

## MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

XXIV. évfolyam, 3. szám

"Műszaki katonák alatt értjük azt a hadrakelt nagy családot, amely nem csak fegyverrel a kézben küzdött, hanem tudásával, különleges felszerelésével, kiképzésével és leleményességével a küzdő csapatok leghűségesebb és nélkülözhetetlen segítőtársa volt."

(Jacobi Ágost utászezredes, 1938)

Kiadja:  
a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kara  
valamint a Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki Szakosztálya.

Megjelenik negyedévente

Felelős kiadó: Dr. Boldizsár Gábor ezredes, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem  
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar dékánja  
Prof. Dr. Szabó Sándor, CSc., a Műszaki Szakosztály elnöke

Főszerkesztő: Dr. habil. Kovács Tibor, PhD

Web megjelenés: Dr. Dénes Kálmán, PhD

A szerkesztőbizottság tagjai: Dr. Hornyacsek Júlia, PhD  
Dr. habil. Horváth Tibor, PhD  
Dr. Kovács Zoltán, PhD  
Prof. Dr. Padányi József, DSc  
Dr. Tóth Rudolf, PhD  
Kovácsné Lebedy Ágnes

Szerkesztőség címe: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és  
Honvédtisztképző Kar, Katonai Vezetőképző Intézet,  
Műveleti Támogató Tanszék, Műszaki Szakcsoport,  
1101. Budapest, Hungária krt. 9-11. A. épület 9. emelet,  
941. iroda

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf.:15.  
E-mail: mkk@uni-nke.hu,  
Web: E-mail: denes.kalman@uni-nke.hu  
Telefon: (1)-432-9000/29-551 mellék HM (2)-29-551  
Fax: (1)-432-9000/29-667 mellék HM (2) 29-667

A megjelent publikációk „html” és „pdf” formátumban 5 évig érhetők el on-line formában. Ezt követően a cikkek DVD-ROM-on kerülnek archiválásra, és a NKE Egyetemi Könyvtárában férhetők hozzá. Az on-line archívumban továbbra is megtalálhatók az addig megjelent cikkek dátum, szerző, cím és rezümé szerinti rendszerezésben. Az on-line folyóirat archiválása az Országos Széchenyi Könyvtár Elektronikus Periodika Archívum és Adatbázisában (<http://epa.oszk.hu/>) is megtörténik.

**ISSN 2063-4986**

## T A R T A L O M

A szárazföldi erők mozgás-, manővertámogatását segítő korszerű eszközök I. (Szabó Sándor, Kovács Tibor, Kovács Zoltán).....	2
Az utak, területek akadálymentesítése I. (ROUTE CLEARANCE ) (Szabó Sándor, Kovács Tibor, Kovács Zoltán).....	15
A speciális műszaki technikai eszközök fogalma, lehetséges csoportosítása, a katasztrófák elleni védekezés szempontjából II. (Laczik Balázs).....	30
Improvizált robbanóeszközök hatásai ellen történő védelem „DEFENCELL” készlettel (Kovács Zoltán, Szabó Sándor) .....	41
Másodközlés (Szerkesztőség) .....	54
Akna Kisenciklopédia jelent meg Magyarországon (Lukács László, Tóth József) .....	55
Építmények robbantásos cselekmények elleni védelme (Lukács László) .....	65
Robbantással készített drótkötél hurok (Lukács László, Szalay András, Dr. Zádor István).....	75
Hallásvédelem a robbantástechnikában (Hernád Mária) .....	89
UAV-k alkalmazásában rejlő lehetőségek és veszélyek (Pető Richárd).....	105
Új irányok a robbanóanyagokat felderítő eszközök területén (Fenyeres Tamás) .....	116

Szabó Sándor<sup>1</sup>, Kovács Tibor<sup>2</sup>, Kovács Zoltán<sup>3</sup>

### A SZÁRAZFÖLDI ERŐK MOZGÁS-, MANŐVERTÁMOGATÁSÁT SEGÍTŐ KORSZERŰ ESZKÖZÖK I.<sup>4</sup>

*A mozgás, manőver a csapatok tevékenységének szerves része. A háborúk sora bizonyítja, hogy az időben végrehajtott mozgások, manőverek, az utánpótlás időbeni szállítása alapvetően befolyásolta egy-egy műveleti tevékenység kimenetelét. Ma sincs ez másként, ezért szükség van a korszerű mozgás-, manővertámogató eszközökre, felszerelésekre, melyek jelentősen megkönnyítik a műszaki csapatok ez irányú erőfeszítéseit és lényegesen lerövidítik egy-egy feladat végrehajtását. A cikkünkben egy korszerű mozgás-, manővertámogató eszközrendszert szeretnénk bemutatni.*

*Kulcsszó: mozgás, manőver, mozgékonyság, műszaki eszköz,*

#### **MODERN MOBILITY AND MANEUVER SUPPORT EQUIPMENT OF THE GROUND FORCES**

*The freedom of movement and maneuver are integral part of troops' activity. A series of wars prove that the motions, maneuvers, delivery of supply in the right time fundamentally influenced operational activity outcomes. Situation today is the same, there are needs for the modern mobility, maneuver support tools, equipment, which greatly facilitate the efforts of the Corps of Engineers in this field and significantly shorten implementation of their tasks. In this article we would like to present a modern mobility and maneuver support equipment system.*

*Keywords: movement, maneuver, mobility, engineer equipment*

### A MOZGÁS-, MANŐVERSZABADSÁG JELENTŐSÉGE<sup>5</sup>

A történelmi tények sokasága bizonyítja, hogy a katonai műveletek végrehajtása során a mozgás-, manőverszabadság megteremtése, fenntartása döntően befolyásolta a tevékenységek sikerét.

Napjainkban sincs ez másképpen, legyen szó akár szárazföldi, akár légi vagy vízen, víz alatt történő mozgásokról.

A szárazföldi csapatok mozgása, mozgékonyága egyidős a fegyveres küzdelemmel. A hajózás megjelenésével ez a tevékenység kibővült a víz felszínével, később lekerült a víz alá is. A légi mozgás- és mozgékonyság a repülőeszközök megjelenésével kapott értelmet.

„Mozgásnak nevezzük testek környezetükhöz viszonyított hely- illetve helyzetváltozását.”<sup>6</sup>

A Katonai lexikon a mozgékonyság fogalmát az alábbiak szerint definiálja: „a katonai erőknek és a hozzájuk tartozó logisztikai szerveknek az a helyváltoztató képessége, amely alkalmassá teszi a csapatokat arra, – az elsődleges feladat-végrehajtó képességüket megtartva – hogy az egyik helyről, területről a másikkra közlekedjenek.”<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: kovacs.tibor@uni-nke.hu

<sup>3</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu

<sup>4</sup> Bírálta: Prof. Dr. Padányi József mk. dandártábornok, E-mail: padanyi.jozsef@uni-nke.hu

<sup>5</sup> Szabó Sándor: Le- és felszállópályák, gurulóutak gyors kialakításának, helyreállításának korszerű eszközei. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 2014/2 Különszám. 137–159. oldal. Url: <http://www.repulestudomany.hu/>, 2014.04.11.

<sup>6</sup> Forrás: [http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1\\_2\\_kinematika\\_mozgasok-leirasa.pdf](http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1_2_kinematika_mozgasok-leirasa.pdf), 1. oldal. 2014.03.01.

<sup>7</sup> Forrás: Katonai lexikon, Főszerkesztő: Damó László, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1985. ISBN 963-326-178-3, 88. oldal.

Hasonlóan fogalmazza meg a mozgékonyaság – mobility – jelentését az Egyesült Államok Védelmi Minisztérium és a NATO katonai szótára is.<sup>8</sup> (Az eredeti forrás a JP 3-17 Air Mobility Operations 2013. szeptember 30-án frissített kiadványa.)

A manőver definícióját a Katonai lexikon az alábbiak szerint adja meg: „1. az erőknek és eszközöknek az ellenséggel szemben előnyös helyzetbe hozatalának folyamata; 2. harcászati gyakorlat földön, levegőben, tengeren vagy háborús helyzet imitálására térképen; 3. egy repülőgép, szárazföldi vagy vízi harcjármű meghatározott mozgásra kényszerítése; 4. Erők mozgásának tűzzel vagy potenciális tűzzel kombinált alkalmazása a harcmezőn az ellenséggel szemben meghatározott előnyös helyzetek kivívására és megtartására.”<sup>9</sup>

Összegezve a fenti fogalmak lényegét, megállapíthatjuk, hogy katonai szempontból a mozgás-, manőverszabadság biztosítása alatt azon feltételek megteremtését és folyamatos fenntartását értjük, melyek lehetővé teszik a katonai erők, eszközök gyors és akadálymentes helyváltoztatását.<sup>10</sup>

## ÚTPÁLYÁK KIALAKÍTÁSÁT (MEGERŐSÍTÉSÉT) SEGÍTŐ KORSZERŰ ESZKÖZÖK<sup>11,12</sup>

Napjaink egyik legmodernebb eszközrendszere a KIRCHHOFF csoporthoz tartozó FAUN cég angliai gyáregységében üzemelő TRACKWAY<sup>13</sup> (Pálya) részleg által fejlesztett – és róla elnevezett – FAUN TRACKWAY (FAUN Pálya) készlet.

A TRACKWAY részleg kiemelkedő történeti múlttal rendelkezik az alumínium termékek katonai célú gyártása terén az Egyesült Királyságban, ahol több mint 60 éve gyárt különböző termékeket a Védelmi Minisztérium részére.

Fejlesztéseiket, elért eredményeiket az alábbi adatok meggyőzően bizonyítják:

- 1960 – Az első Trackway megoldás tervezése az expedíciós erők részére.
- 1967 – Elindul az MLC 30 Trackway program.
- 1968 – Elindul az MLC 60 Trackway program.
- 1975 – A Trackway alkalmazása, mint repülőtéri Bomb Damage Repair Mat (BDRM).
- 2007 – Heavy Ground Mobility System – HGMS fejlesztése.
- 2011 – Az UAV<sup>14</sup> kifutópálya tervezése.

A FAUN Trackway sokrétűen alkalmazható – mobilitást támogató – rendszer, egy innovatív megoldás a járművek és repülőgépek szárazföldi mozgékonyaságának fenntartása, biztosítása érdekében. Az eszközpark ideiglenes „mozgási pályafelületet” biztosít a különböző technikai eszközök számára a puha, sáros, mocsaras, havas, homokos (fővenyes) tengerparti vagy sivatagi terepen egyaránt.

A rendszer alapját a speciális alumínium ötvözetből gyártott panelek képezik. A paneltípuso-

---

<sup>8</sup> Mobility – A quality or capability of military forces which permits them to move from place to place while retaining the ability to fulfill their primary mission. Forrás: Joint Publication 1-02 Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms. Url: [http://jtc.fhu.disa.mil/jtc\\_dri/pdfs/jp1\\_02.pdf](http://jtc.fhu.disa.mil/jtc_dri/pdfs/jp1_02.pdf), 352. oldal. 2014.03.02.

<sup>9</sup> Forrás: Katonai lexikon, Főszerkesztő: Damó László, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1985. ISBN 963-326-178-3, 83. oldal.

<sup>10</sup> Tomolya János, Padányi József: A műszaki erők alkalmazása az iraki Szabadság Műveletben. Hadtudományi Szemle Online, 2008. 1. évfolyam, 3. szám. 45. oldal. [http://hadtudomanyiszemle.zmne.hu/files/2009/4/tj\\_pj.pdf](http://hadtudomanyiszemle.zmne.hu/files/2009/4/tj_pj.pdf) 2012.01.10.

<sup>11</sup> Forrás: <http://fauntrackway.co.uk/>, 2014.04.11

<sup>12</sup> Forrás: <http://www.f auntrackway.com/>, 2014.04.11

<sup>13</sup> A TRACKWAY jelentése sokrétű, a szó jelentését az eszközök mozgását biztosító pálya, járőrfelületként használjuk. (Szerzők.)

<sup>14</sup> UAV – Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli repülőeszköz.

kat a várható alkalmazási lehetőségekhez tervezték, így profiljuk, szerkezeti kialakításuk és terhelhetőségük is más és más.

A FAUN Trackway rendszer katonai és polgári célú felhasználásra egyaránt alkalmas.

A polgári életben széleskörűen alkalmazható különböző humanitárius és katasztrófa-elhárítási műveletek során, ahol az elzárt területekhez való gyors hozzáférés elengedhetetlen. Szintén jól használható a nehezen járható, megközelíthető terepszakaszokon való mozgásbiztosításhoz. (bányászat, erdészet, stb.)

Katonai célra három komplett hordozható pályaszerkezetet alakítottak ki:

- a Heavy Ground Mobility System (HGMS);
- a Medium Ground Mobility System (MGMS);
- és az Adjustable Ground Mobility System (AGMS).

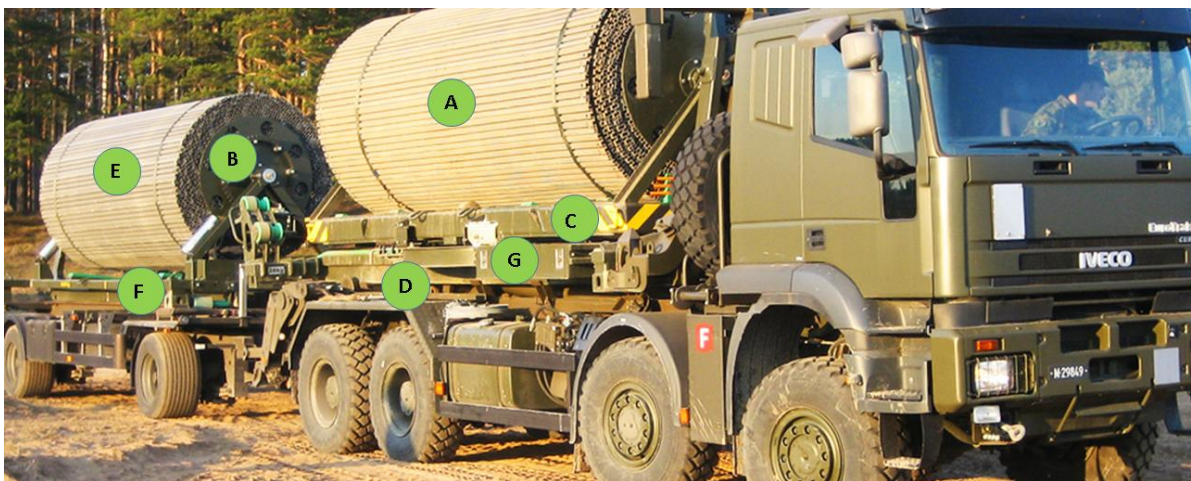
Szintén alapvetően katonai alkalmazásra került kifejlesztésre a Vehicle Recovery Mats (VRM) rendszer, mely a gépjárművek elakadásának megelőzésére, illetve az elakadt gépjárművek mentésére alkalmazható homokos, iszapos, mocsaras, jeges vagy egyéb nehéz terepen egyaránt.

Háromféle megoldás került kidolgozásra:

- Heavy VRM (HVRM) – MLC 70 Trackway panelek felhasználásával a nagytömegű gépjárművek mentésére;
- Medium VRM (MVRM) – MLC 30 Trackway panelek felhasználásával a 30 t tömeget meg nem haladó gépjárművek mentésére;
- Light VRM (LVRM) – Egy könnyű textilből kialakított alkalmazás a 10 t tömeget meg nem haladó gépjárművek mentésére.

### **FAUN Heavy Ground Mobility System – HGMS<sup>15,16,17</sup>**

A FAUN Heavy Ground Mobility System – HGMS, a nehezen járható terep megerősítésére (járhatóvá tételére) szolgáló ideiglenes, modul elemekből álló mobil útpálya rendszer, amely alkalmas rövid idő alatt történő telepítésre, visszatelepítésre a járművek és a személyi állomány mozgásának biztosítása érdekében.



FAUN Heavy Ground Mobility System – HGMS útpálya készlet<sup>18</sup>

<sup>15</sup> Forrás: <http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/downloads/FAUN-USA-brochure.pdf>, 2014.04.11.

<sup>16</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/sell\\_sheet/Fast-Facts-HGMS\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/sell_sheet/Fast-Facts-HGMS_EN.pdf), 2014.04.11.

<sup>17</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 2014.04.11.

<sup>18</sup> Szerkesztette: Dr. Szabó Sándor a <http://faustrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/> kép alapján. 2014.06.15.

A HGMS rendszer alkalmas olyan területeken történő mozgásbiztosításra is, ahol nincs út, vagy az sérült. Lehetővé teszi, hogy a legkülönbözőbb időjárási viszonyok között is a járművek könnyedén mozogjanak a nehezen járható terepen, mint például a homok, a hó, a sár, a mocsár és a jég. A HGMS gyors hozzáférést (ki- és berakást) biztosít a kialakított hídfőhöz. Alkalmas a nagyon nehéz láncalpas és kerekes járművek, köztük harckocsik és hídszállító eszközök átbocsátására is. A rendszert több mint 30 ország haderejében használják világszerte a különböző katonai műszaki alkalmazásokhoz, beleértve a humanitárius és katasztrófa-elhárítási tevékenységeket is.

A HGMS rendszer kulcsfontosságú elemei:

- A** az útpálya – 50 m hosszú, MLC 70 teherbírású, alumínium panelekből áll, mely egy tároló orsóra van felcsévélve. A szélessége 4,572 méter.
- B** orsó – egy merevített acélszerkezet, amelyre az útpálya panel elemei fel vannak csévélve. Az orsó tengelyvégei a TRACKRACK<sup>19</sup> és SPOOLRACK tartókeretébe vannak illesztve.
- C** TRACKRACK – telepítő keret, egy speciálisan tervezett telepítő, visszatelepítő, szállító és készletező rendszer az útpálya készlethez. A pálya keret (telepítő keret) a telepítő jármű alvázára van málházva.
- D** a telepítő jármű alváza – egy 8x8 terepjáró szállítójármű, minimum 13 t teherbírású DROPS/PLS<sup>20</sup> önrakodó rendszerrel ellátva, mely szállítja a pálya keretet.
- E** SPOOLRACK – tároló keret, egy egyszerűsített telepítő keret, mely szállító pótkocsira (trailer) van szerelve. A tároló keret tárolja és szállítja a további útpálya szerkezeteket, amely lehetővé teszi, hogy a telepítő keret és a tároló keret között átcsévéljük az útpálya szerkezetet akár telepítésnél, akár visszatelepítésnél.
- F** TRAILER – a szállító pótkocsi, a SPOOLRACK – tároló keret szállítására.
- G** tartozékok – a telepítő keretre épített zárható szekrényekben kerültek elhelyezésre, melyek biztosítják a telepítés, visszatelepítés, a rögzítés és a helyszíni karbantartás végrehajtását.

A HGMS rendszer egyik legfontosabb része az útpálya panel, amely MLC 70 teherbírású alumínium ötvözetből készült.

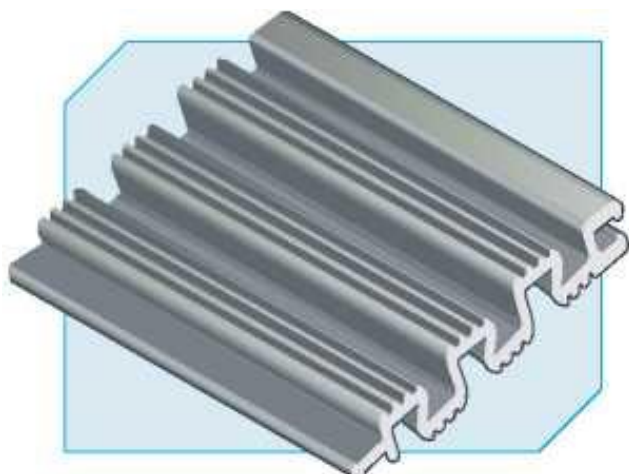
Az MLC 70 útpálya elemek főbb adatai<sup>21</sup>

Megnevezés	Teljes hosszúságú panel	Félhosszúságú panel	Komplett útpálya
Szélesség	4572 mm	2286 mm	4572 mm
Hosszúság	228 mm	228	54,72 m
Magasság	31 mm	31 mm	31 mm
Terület	1,042m <sup>2</sup>	0,521 m <sup>2</sup>	228,5 m <sup>2</sup>
Tömeg	33,11 kg	16,6 kg	7946 kg 163 kg/fm
Panelek száma	231 db teljes hosszúságú panel az 50 m útpálya szerkezetben	18 db félhosszúságú panel az 50 m útpálya szerkezetben	240 sor panel és 498 db záróretesz
Kivitelezés	Porszórásos bevonattal vagy eloxált felülettel rendelkezik a fényvisszaverődés csökkentése érdekében		
Összetétel	Alumínium ötvözet		

<sup>19</sup> A kifejezések alapvetően funkciójuk szerint kerülnek fordításra. (A szerzők megjegyzése.)

<sup>20</sup> PLS – Palletized Load System – Horgos emelőkaros (ön-) málházó rendszer. DROPS – Demountable Rack Offload and Pickup System – Önrakodó rendszerrel ellátott.

<sup>21</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 3. oldal. 2014.04.11.



FAUN MLC 70 panel profil<sup>22</sup>



FAUN MLC 70 fél- és egész panel<sup>23</sup>

Egy készlet 50 fm hosszúságú, összesen 231 db teljes és 18 db félhosszúságú panelből áll, melyek egy orsóra vannak feltekerve. A félhosszúságú panelekkel a készletet 5 m-es darabokban lehet bővíteni vagy rövidíteni az alkalmazás jellegétől függően. Az elemek gyors kapcsolása, oldása egy speciálisan kialakított egymásba csúsztatható megoldással valósítható meg. Ez a megoldás az úgynevezett „csaphornyos” kapcsolás, mely az egyes elemek között csuklós csatlakozást biztosít, lehetővé téve így a nyompálya elemek egyenetlen talajon való lefektetését is.



Az elemek toldása, bontása<sup>24</sup>

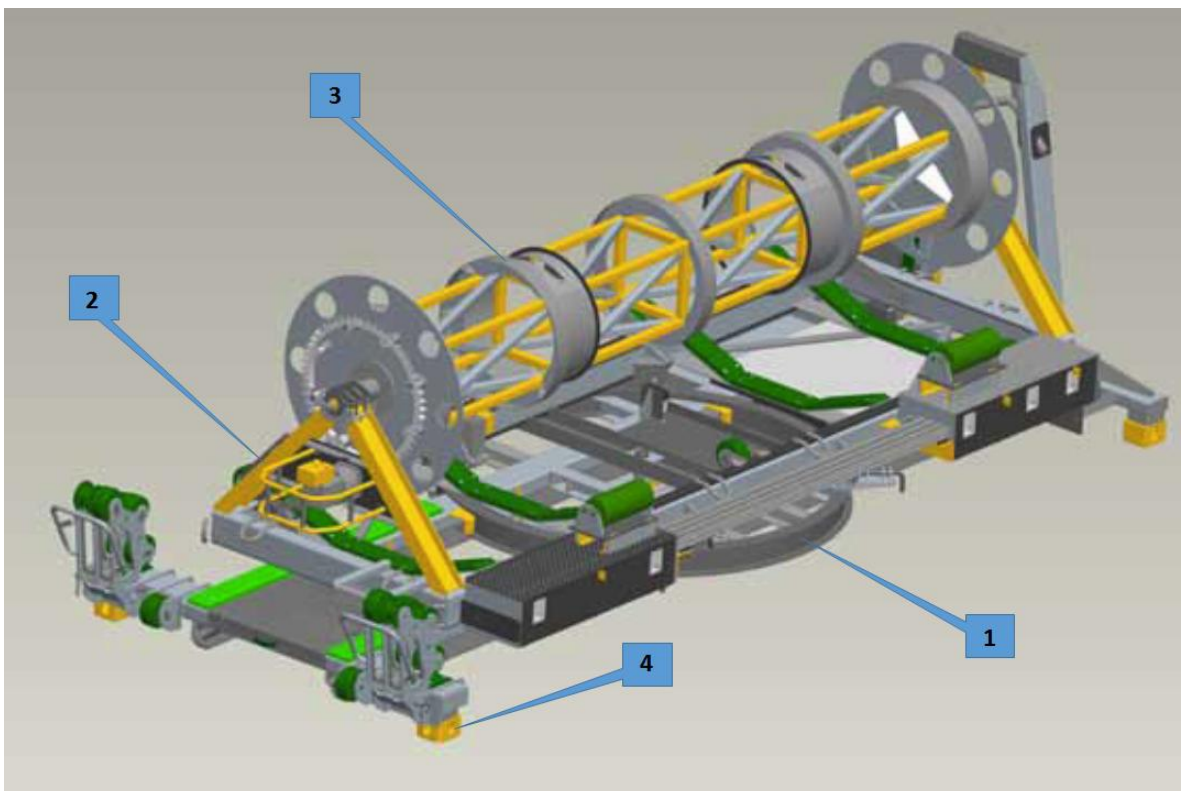
A rendszer fontos részét képezi a TRACKRACK telepítő keret, amely egy speciálisan tervezett telepítő, visszatelepítő, szállító és készletező rendszer az útpálya készlethez, mely a telepítő jármű alvázára van málházva.

<sup>22</sup> Forrás: [http://www.fau tracks way.com/images/stories/faun/sell\\_sheet/Fast-Facts-HGMS\\_EN.pdf](http://www.fau tracks way.com/images/stories/faun/sell_sheet/Fast-Facts-HGMS_EN.pdf), 1. oldal. 2014.04.11.

<sup>23</sup> Forrás: [http://www.fau tracks way.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.fau tracks way.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 3. oldal. 2014.04.11.

<sup>24</sup> Forrás: A szerzők által kivágott képkocka a <http://www.youtube.com/watch?v=u4cGzRbRln8> videóból. 2014.04.15.





1. Forgózsámoly, 2. Orsótartó állvány, 3. Tároló orsó, 4. ISO 668 TWISTLOCK málházó, rögzítő elem  
FAUN TRACKRACK telepítő keret felépítése<sup>25</sup>

A szerkezet keretrésze (a tartókeret és az orsó) egy forgózsámolyon hidromotor segítségével 90°-ban elfordítható. Ez a megoldás lehetővé teszi az útpályaszerkezet szállítási szélességének jelentős csökkentését. A telepítés megkezdése előtt a telepítő keretet 90°-al el kell fordítani.



Menethelyzet<sup>26</sup>



Telepítési helyzet<sup>27</sup>

A telepítő keret orsójára 50 fm MLC 70 teherbírású útpálya elem csévélhető fel. A telepítő jármű alváza egy 8x8 terepjáró szállítójármű, minimum 13 t teherbírású DROPS/PLS önrakodó rendszerrel ellátva, amely képes a telepítő keret szállítására, málházására.

<sup>25</sup> Szerkesztette: Dr. Szabó Sándor a [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 6. oldali ábra alapján. 2014.06.15.

<sup>26</sup> Forrás: <http://faustrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/>, 2. kép. 2014.06.15.

<sup>27</sup> Forrás: <http://faustrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/>, 4. kép. 2014.05.15.

### A telepítő jármű minimum követelményei<sup>28</sup>

Megnevezés	Követelmény
<b>Típus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 8 kerekes összkerék-hajtás (8x8)</li> <li>▪ 6 kerekes összkerék-hajtás (6x6)</li> <li>▪ Lehetőleg differenciál/kereszt zárok</li> </ul>
<b>Minimális teherbírás</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 12 700 kg</li> </ul>
<b>Elektromos rendszer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 24 V feszültség, 10 A áramerősség, földelés</li> </ul>
<b>Hidraulika rendszer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Állandó hajtásteljesítmény – power take off (PTO) – teljesítmény-leadó tengely (TLT)</li> <li>▪ 220 bar hidraulikus nyomás</li> <li>▪ Állandó hidraulikus áramlás – minimum 60 l/perc – szükséges</li> <li>▪ Az olaj viszkozitási tartománya: 12–75 mm<sup>2</sup>/s (65–347 SUS)</li> <li>▪ Az olaj maximálisan megengedett szennyezettségi szintje: 23/19/16 (ISO 4406, 1999 változat)</li> </ul>



FAUN TRACKRACK telepítő keret málházása<sup>29</sup>

### A FAUN MLC 70 TRACKRACK főbb adatai<sup>30</sup>

Megnevezés	Az orsó a pályaelemekkel együtt
<b>Szélesség</b>	2472 mm
<b>Hosszúság</b>	6519 mm
<b>Magasság</b>	2370 mm
<b>Tömeg</b>	12 700 kg
<b>Kivitelezés</b>	NATO zöld IRR/CARC <sup>31</sup> bevonat/egyedi szín

<sup>28</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 9. oldal. 2014.04.11.

<sup>29</sup> Forrás: <http://www.thinkdefence.co.uk/wp-content/uploads/2014/05/FAUN-Trackway-DROPS-Spool-Dispenser.jpg>, 2014.04.15.

<sup>30</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 8. oldal. 2014.06.15.

<sup>31</sup> Infrared reflective (IRR)/Chemical Agent Resistant Coating (CARC)

A telepítő keret működtetése egy vezérlőpanelről történik. A panel meghibásodása esetén a telepítés, visszatelepítés kézi erővel is biztosítható.

Az útpálya szerkezet talajhoz történő rögzítését a készlethez tartozó rögzítő eszközök teszik lehetővé. A gyors rögzítést a gyorsrögzítő, málházó hevederek, kapcsos rögzítő láncok, gyorsrögzítő kengyelek és rögzítő fémtüskék biztosítják.

A pályaszerkezet talajhoz történő rögzítése a kapcsos láncon keresztül fémtüskék beverésével történik. Az útpálya szerkezet rögzítése akkor ajánlott, ha az hosszanti vagy oldalirányú lejtőre került telepítésre.



A rögzítő fémtüskék<sup>32</sup>



Egyenes területen nem szükséges rögzíteni<sup>33</sup>

A rögzítéshez használható tartozékok a TRACKRACK telepítő kereten elhelyezett zárható szekrényekben találhatók.

#### A FAUN MLC 70 TRACKRACK telepítés, visszatelepítés ciklusideje<sup>34</sup>

Megnevezés	Folyamat	Tevékenység	Nappal	Éjjel
Telepítés	A telepítés előkészítése	A telepítő keret telepítési helyzetbe állítása (elfordítás 90°-al)	< 3 perc	< 4 perc
	Telepítés	Az 50 fm útpálya telepítése	< 4 perc	< 4 perc
	Teljes idő		< 7 perc	< 8 perc
	Telepítő állomány		2 fő	2 fő
Visszatelepítés	A visszatelepítés (felvétel) előkészítése	A telepítő keret visszatelepítési helyzetbe állítása (elfordítás 90°-al), az útpálya elem csatlakoztatása az orsóhoz	< 3 perc	< 4 perc
	Visszatelepítés (felvétel)	Az 50 fm útpálya felvétele	< 4 perc	< 4 perc
	Szállítási helyzetbe állítás	A telepítő keret szállítási helyzetbe állítása (elfordítás 90°-al)	< 2 perc	< 4 perc
	Teljes idő		< 9 perc	< 12 perc
	Telepítő állomány		2 fő	2 fő

<sup>32</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 4. oldal. 2014.06.15.

<sup>33</sup> Forrás: <http://www.faustrackway.com/hgms-gallery>, 6. kép. 2014.06.21.

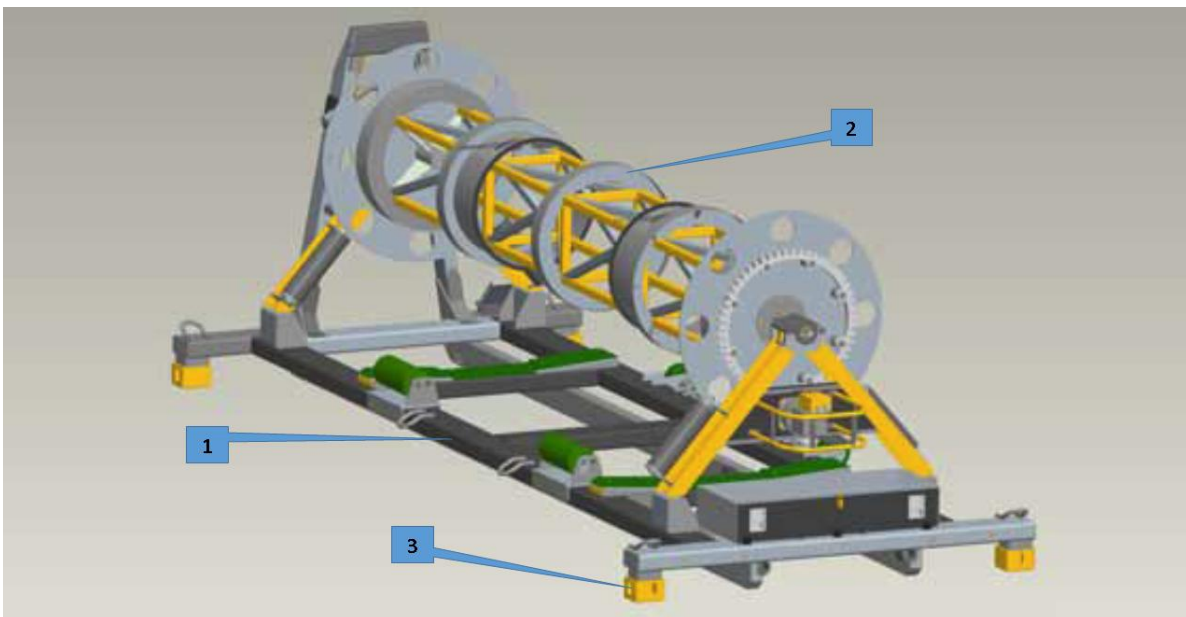
<sup>34</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 8. oldal. 2014.06.15.

A rendszer másik fontos része a SPOOLRACK tároló keret, amely egy egyszerűsített telepítő keret és ami egy szállító pótkocsira (trailer) van szerelve.



A SPOOLRACK tároló keret – szállító pótkocsira (trailer) szerelve<sup>35</sup>

(A SPOOLRACK tároló keret nem rendelkezik forgószámmal, így itt a keretet nem lehet elforgatni, emiatt az eszköz nem képes az útelemeket sem telepíteni, sem felszedni.)



1. Orsótartó állvány, 2. Tároló orsó, 3. ISO 668 TWISTLOCK málházó, rögzítő elem

FAUN SPOOLRACK – tároló keret felépítése<sup>36</sup>

A tároló keret tárolja és szállítja a további útpálya szerkezeteket és lehetővé teszi, hogy a telepítő keret és a tároló keret között átcsévéljük az útpálya elemeket akár telepítésnél, akár visszatelepítésnél. Ezzel a megoldással jelentősen növelhető a leküzdhető terepszakasza hossza. A

<sup>35</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 14. oldal. 2014.06.15.

<sup>36</sup> Szerkesztette: Dr. Szabó Sándor [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 10. oldali ábra alapján. 2014.06.15.

SPOOLRACK tároló keret kialakítása révén alkalmas a DROPS/PLS rendszerrel történő málházásra, de szükség esetén megfelelő teherbírású daruval is gépjárműre, szállító pótkocsira málházható.

A SPOOLRACK tároló keret tárolja a további beépíthető – 50 fm – MLC 70 útpálya paneleket, melyet a TRACKRACK telepítő keret orsójára képes átcsvélni. Az átviteli (csévélési) művelethez a TRACKRACK telepítő keret a telepítő gépjárművel a SPOOLRACK tároló keretet szállító trailer mellé áll egymással párhuzamosan, meghatározott távolságra, melyet mérő sablonnal ellenőriznek. Megfelelő távolság esetén a két eszköz hidraulika rendszerét gyorscsatlakozó tömlővel összekötik és a telepítő jármű motorja segítségével végrehajtják az útpálya elemek átcsvéelését. A folyamatot a szükséges úthossz eléréséig vagy a rendelkezésre álló pályaelemek mennyisége függvényében ismételtethjük.

A HGMS rendszer jellegzetessége az egyedülálló „spool to spool” – orsós csévéelő rendszer, mely kialakítása révén lehetővé teszi több, 50 m hosszúságú útpálya gyors és egyszerű telepítését.



A FAUN pályaelem átcsvélése<sup>37</sup>

A FAUN MLC 70 SPOOLRACK főbb adatai<sup>38</sup>

Megnevezés	Az orsó a pályaelemekkel együtt
Szélesség	2462 mm
Hosszúság	6050 mm
Magasság	2250 mm
Tömeg	10 700 kg
Kivitelezés	NATO zöld IRR/CARC bevonat/egyedi szín

<sup>37</sup> Forrás: <http://www.faustrackway.com/hgms-gallery>, 2. kép. 2014.06.15.

<sup>38</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 12. oldal. 2014.06.15.

**A FAUN MLC 70 SPOOLRACK–TRACKRACK átviteli (csévélési) ciklusideje<sup>39</sup>**

Folyamat	Tevékenység	Nappal	Éjjel
Az átvitel (csévélés) előtti folyamat	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A TRACKRACK telepítő keret és a SPOOLRACK tároló keret egymás mellé állása.</li> <li>▪ A két jármű közötti távolság ellenőrzése. (Próbarúddal)</li> <li>▪ A TRACKRACK és a SPOOLRACK hidraulika tömlőinek csatlakoztatása.</li> </ul>	< 5 perc	< 6 perc
Átvitel (csévélés)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A TLT bekapcsolása<sup>40</sup></li> <li>▪ Az üres orsó láncainak letekerése</li> <li>▪ A szállítási hevederek oldása</li> <li>▪ A láncok csatlakoztatása az adapterhez</li> <li>▪ Az átvitel (csévélés) megkezdése lassú sebességgel</li> <li>▪ Az adapter végéről az orsón lévő láncok leválasztása és rögzítése</li> </ul>	< 5 perc	< 8 perc
Az átvitel (csévélés) utáni folyamat	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A TLT kikapcsolása, a motor leállítása</li> <li>▪ A hidraulikus csatlakozások oldása, a tömlők tárolóba helyezése</li> </ul>	< 5 perc	< 6 perc
<b>Teljes idő</b>		< 15 perc	< 20 perc
<b>Telepítő állomány</b>		2 fő	2 fő

A rendszer kialakítása jelentősen megkönnyíti az útpálya telepítését (lefektetését) és visszatelepítését (felvételét).

A szabvány HGMS rendszer 100 méteres útpálya szakasz létesítésére képes, melyből 50 m útpálya szakasz a járművön és további 50 m pedig a vontatott traileren helyezkedik el. A HGMS igen gyorsan és hatékonyan telepíthető. A két kiképzett kezelő kevesebb, mint 10 perc alatt képes telepíteni az 50 m-es útpálya szakaszt a legnehezebb terepviszonyok között is. Az alumínium útpálya szerkezet (panelek) terhelhetősége MLC 70 osztályú és jól viseli az ismételt terhelést, igénybevételt (több jármű áthaladását) is.

A HGMS rendszer könnyen málházható a szállítóeszközökre a PLS/DROPS horgos rakodó rendszer segítségével.

A rendszer telepítésének érdekessége, hogy a telepítő jármű az útpálya lerakásánál hátrafelé halad.



A HGMS telepítése/visszatelepítése<sup>41</sup>

<sup>39</sup> Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 13. oldal. 2014.06.15.

<sup>40</sup> TLT – teljesítmény leadó tengely. A szerzők megjegyzése.

<sup>41</sup> Forrás: <http://faustrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/>, 1. kép. 2014.06.22.

A HGMS rendszer a katonai alkalmazás mellett robosztus kialakítása, nagy teherbírása, terhelhetősége miatt kiválóan felhasználható polgári feladatok megoldására is, például az olaj- és gázvezetékekhez való könnyű hozzáférésre, különböző építési projektek megvalósítására, illetve ideiglenes járőfelületek létesítésére. Teljes körűen alkalmazható +40 °C és -40 °C közötti hőmérsékleten. A rendszer 95%-ban újrahasznosítható anyagokból készült.

Kiegészítő szolgáltatások:

- képzés – a FAUN tanfolyamokat ajánl a személyi állomány felkészítésére a HGMS működtetése és fenntartása érdekében;
- számítógépes képzés – a FAUN integrált szimulációs programja – a képzésbe integrálva – lehetővé teszi, hogy a képzésben résztvevők a tananyagot ismételten áttekintsék és felkészültségüket értékeljék szabadidejükben;
- ellenőrzési és karbantartási szolgáltatások – a FAUN szakemberei rendszeres ellenőrzéseket és karbantartásokat végeznek a HGMS rendszeren;
- felújítási szolgáltatások – a FAUN szakemberei megvizsgálják és szükség esetén felújítják a HGMS rendszert;
- alkatrészek – a FAUN biztosítja a rendszer tartalék alkatrészekkel történő ellátását;
- egyéni dokumentáció – a FAUN díjmentesen biztosít minden termékhez szabványos kézikönyvet. (Igény szerint különböző formátumokban, elrendezésben és nyelven biztosít egyéni dokumentációt is.)

A HGMS a sikeres ideiglenes út-, terep megerősítés elengedhetetlen eszközszerkezete a nehezen járható terepszakaszokon.

## BEFEJEZÉS

Publikációnk első részében röviden áttekintettük a mozgás-, manőverszabadság, megteremtésének, fenntartásának jelentőségét a csapatok tevékenysége során. Részletesen bemutattuk az útpályák kialakítására (megerősítésére) kialakított korszerű eszközszerkezetek közül napjaink egyik legmodernebb rendszerének a KIRCHHOFF csoporthoz tartozó FAUN cég angliai gyáregységében üzemelő TRACKWAY (Pálya) részleg által fejlesztett – és róla elnevezett – FAUN TRACKWAY (FAUN Pálya) készlet Heavy Ground Mobility System – HGMS rendszerét, mely a nehezen járható útpályák megerősítésére, járhatóvá tételére szolgál.

Írásunk következő részében részletesen bemutatjuk a fenti rendszer egyéb fejlesztéseit, melyek szintén a nehezen járható útpályák megerősítésére, járhatóvá tételére szolgálnak.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Szabó Sándor: Le- és felszállópályák, gurulótak gyors kialakításának, helyreállításának korszerű eszközei. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 2014/2 Különszám. 137–159. oldal. Url: <http://www.repulestudomany.hu/>, 2014.04.11.
2. Tomolya János, Padányi József: A műszaki erők alkalmazása az iraki Szabadság Műveltségben. Hadtudományi Szemle Online, 2008. 1. évfolyam, 3. szám. 45. oldal. Url: [http://hadtudomanyiszemle.zmne.hu/files/2009/4/tj\\_pj.pdf](http://hadtudomanyiszemle.zmne.hu/files/2009/4/tj_pj.pdf) 2012.01.10.
3. Forrás: Katonai lexikon, Főszerkesztő: Damó László, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1985. ISBN 963-326-178-3
4. Forrás: Joint Publication 1-02 Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms. Url: [http://jtc.fhu.disa.mil/jitc\\_dri/pdfs/jp1\\_02.pdf](http://jtc.fhu.disa.mil/jitc_dri/pdfs/jp1_02.pdf), 352. oldal. 2014.03.02.
5. Forrás: <http://fauntrackway.co.uk/>, 2014.04.11.

6. Forrás: <http://fauntrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/> 2014.06.14.
7. Forrás: <http://fauntrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/>, 1. kép. 2014.06.22.
8. Forrás: <http://fauntrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/>, 2. kép. 2014.06.15.
9. Forrás: <http://fauntrackway.co.uk/heavy-ground-mobility-system/>, 4. kép. 2014.05.15.
10. Forrás: <http://www.faustrackway.com/>, 2014.04.11.
11. Forrás: <http://www.faustrackway.com/hgms-gallery>, 2. kép. 2014.06.15.
12. Forrás: <http://www.faustrackway.com/hgms-gallery>, 6. kép. 2014.06.21.
13. Forrás: <http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/downloads/FAUN-USA-brochure.pdf>, 2014.04.11.
14. Forrás: <http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/downloads/FAUN-USA-brochure.pdf>, 2014.06.20.
15. Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 2014.04.11.
16. Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS\\_technical\\_data\\_sheet\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/HGMS/downloads/HGMS_technical_data_sheet_EN.pdf), 2014.06.15.
17. Forrás: [http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/sell\\_sheet/Fast-Facts-HGMS\\_EN.pdf](http://www.faustrackway.com/images/stories/faun/sell_sheet/Fast-Facts-HGMS_EN.pdf), 2014.04.11.
18. Forrás: [http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1\\_2\\_kinematika\\_mozgasok-leirasa.pdf](http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1_2_kinematika_mozgasok-leirasa.pdf), 2014.03.01.
19. Forrás: <http://www.thinkdefence.co.uk/wp-content/uploads/2014/05/FAUN-Trackway-DROPS-Spool-Dispenser.jpg>, 2014.04.15.
20. Forrás: <http://www.youtube.com/watch?v=u4cGzRbRln8> videó. 2014.04.15.



Szabó Sándor<sup>1</sup>, Kovács Tibor<sup>2</sup>, Kovács Zoltán<sup>3</sup>

### AZ UTAK, TERÜLETEK AKADÁLYMENTESÍTÉSE I.<sup>4</sup> (ROUTE CLEARANCE<sup>5</sup>)

*A mozgás, manőver a csapatok tevékenységének szerves része. A háborúk sora bizonyítja, hogy az időben végrehajtott mozgások, manőverek, az utánpótlás időbeni szállítása alapvetően befolyásolta egy-egy műveleti tevékenység kimenetelét. Ma sincs ez másként. Ugyanakkor látnunk kell, hogy az aszimmetrikus hadviselés kapcsán számtalan új lehetőség, módszer alakult ki a csapatok biztonságos mozgásának akadályozására, megnehezítésére. Napjainkban a mozgás-manőverszabadság fenntartása a katonai műveletek egyik legfontosabb tevékenységévé vált. A biztonságos mozgási feltételek megteremtése igen komoly feladatok elé állítja a fegyvernemeket, szakcsapatokat egyaránt. Az erőfeszítések döntő többsége azonban a műszaki csapatokra hárul, amelyek felderítik, hatástalanítják a csapatok mozgását megnehezítő akadályokat, helyreállítják az utakat, műtárgyakat, biztosítva ezzel a biztonságos mozgási feltételeket. Publikációnkban ezen erőfeszítéseket szeretnénk bemutatni.*

*Kulcsszó: mozgás, manőver, mozgékonyság, út, akadálymentesítés, műszaki eszköz,*

#### **ROUTE AND AREA CLEARANCE**

*The freedom of movement and maneuver are integral part of troops' activity. A series of wars prove that the motions, maneuvers, delivery of supply in the right time fundamentally influenced operational activity outcomes. Situation today is the same. However, in the asymmetrical warfare there are many new possibilities and methods to hinder the safe movement of troops. Today, the freedom of movement of troops has become main task of military operations. The safe movement conditions pose a serious task of combined arms and branch of service. The deciding majority of the efforts fall to the engineer troops. They detect and disarm the obstacles, restore roads and objects and provide safe conditions for movement. In this article we want to present these efforts.*

*Keywords: movement, maneuver, mobility, route, area, clearance, engineer equipment*

## BEVEZETÉS

A mozgás, manőver a katonai tevékenységek szerves részét képezte minden időben és képezi jelenleg is. Különösen igaz ez napjainkra, amikor az aszimmetrikus hadviselés kapcsán számtalan új lehetőség, módszer alakult ki a csapatok biztonságos mozgásának akadályozására, megnehezítésére. Az állítást jól támasztják alá az iraki és afganisztáni események, tapasztalatok. Napjainkban a mozgás-manőverszabadság fenntartása a katonai műveletek egyik legfontosabb tevékenységévé vált. Ezen feladatokon belül kiemelt jelentősége van az utak, területek akadálymentesítésének, melyekkel megteremtjük a mozgás-manőverszabadság alapvető feltételeit.

A feladatok fontossága ellenére azt tapasztaljuk, hogy a hazai szakirodalom meglehetősen szűkös foglalkozott és foglalkozik a témával. Ezért arra gondoltunk, hogy a külföldi és hazai szakirodalmak, tapasztalatok feldolgozásával egy áttekintést adunk az olvasók számára e fontos kérdéskörrel.

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: kovacs.tibor@uni-nke.hu

<sup>3</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu

<sup>4</sup> Bírálta: Prof. Dr. Padányi József mk. dandártábornok, E-mail: padanyi.jozsef@uni-nke.hu

<sup>5</sup> A kifejezések alapvetően a feladatrendszer tartalma szerint kerülnek fordításra. (A szerzők megjegyzése.)

## A MOZGÁS-, MANŐVERSZABADSÁG JELENTŐSÉGE<sup>6</sup>

A történelmi tények sokasága bizonyítja, hogy a katonai műveletek végrehajtása során a mozgás-, manőverszabadság megteremtése, fenntartása döntően befolyásolta a tevékenységek sikerét.

Napjainkban sincs ez másképpen, legyen szó akár szárazföldi, akár légi vagy vízen, víz alatt vagy az űrben történő mozgásokról.

A szárazföldi csapatok mozgása, mozgékonyasága egyidős a fegyveres küzdelemmel. A hajózás megjelenésével ez a tevékenység kibővült a víz felszínével, később lekerült a víz alá is. A légi mozgás- és mozgékonyaság a repülőeszközök megjelenésével kapott értelmet.

„Mozgásnak nevezzük testek környezetükhöz viszonyított hely- illetve helyzetváltozását.”<sup>7</sup>

A Katonai lexikon a mozgékonyaság fogalmát az alábbiak szerint definiálja: „a katonai erőknek és a hozzájuk tartozó logisztikai szerveknek az a helyváltoztató képessége, amely alkalmassá teszi a csapatokat arra, – az elsődleges feladat-végrehajtó képességüket megtartva – hogy az egyik helyről, területről a másikra közlekedjenek.”<sup>8</sup>

Hasonlóan fogalmazza meg a mozgékonyaság – mobility – jelentését az Egyesült Államok Védelmi Minisztérium és a NATO katonai szótára is.<sup>9</sup>

A manőver definícióját a Katonai lexikon az alábbiak szerint adja meg: „1. az erőknek és eszközöknek az ellenséggel szemben előnyös helyzetbe hozatalának folyamata; 2. harcászati gyakorlat földön, levegőben, tengeren vagy háborús helyzet imitálására térképen; 3. egy repülőgép, szárazföldi vagy vízi harcjármű meghatározott mozgásra kényszerítése; 4. Erők mozgásának tűzzel vagy potenciális tűzzel kombinált alkalmazása a harcmezőn az ellenséggel szemben meghatározott előnyös helyzetek kivívására és megtartására.”<sup>10</sup>

Összegezve a fenti fogalmak lényegét, megállapíthatjuk, hogy katonai szempontból a mozgás-, manőverszabadság biztosítása alatt azon feltételek megteremtését és folyamatos fenntartását értjük, melyek lehetővé teszik a katonai erők, eszközök gyors és akadálymentes helyváltoztatását.

## AZ UTAK, TERÜLETEK AKADÁLYMENTESÍTÉSE (ROUTE CLEARANCE)

A mozgás-manővertámogatás nem új jelenség a hadviselés terén. A harcoló felek minden esetben igyekeztek a rendelkezésükre álló eszközökkel akadályozni, nehezíteni szemben álló erők mozgását, manőverét. Az aknák feltalálása, alkalmazása ideális eszköznek bizonyult a szemben álló fél tevékenységének korlátozására. A technikai lehetőségek és a harceljárások fejlődése egyre több eszközt, módszert adott a szemben álló felek részére a mozgás-, manőver megnehezítéséhez, korlátozásához. A II. világháború példái jól támasztják alá a műszakizár-rendszerek létrehozásának szükségességét és hatékonyságát. A későbbi háborúk is egyértelműen bizonyítják,

<sup>6</sup> Szabó Sándor: Le- és felszállópályák, gurulóutak gyors kialakításának, helyreállításának korszerű eszközei. Repüléstudományi Közlemények 2014/2 Különszám. 137–159. oldal. Url: <http://www.repulestudomany.hu/>, 2014.04.11.

<sup>7</sup> Forrás: [http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1\\_2\\_kinematika\\_mozgasok-leirasa.pdf](http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1_2_kinematika_mozgasok-leirasa.pdf), 1. oldal. 2014.03.01.

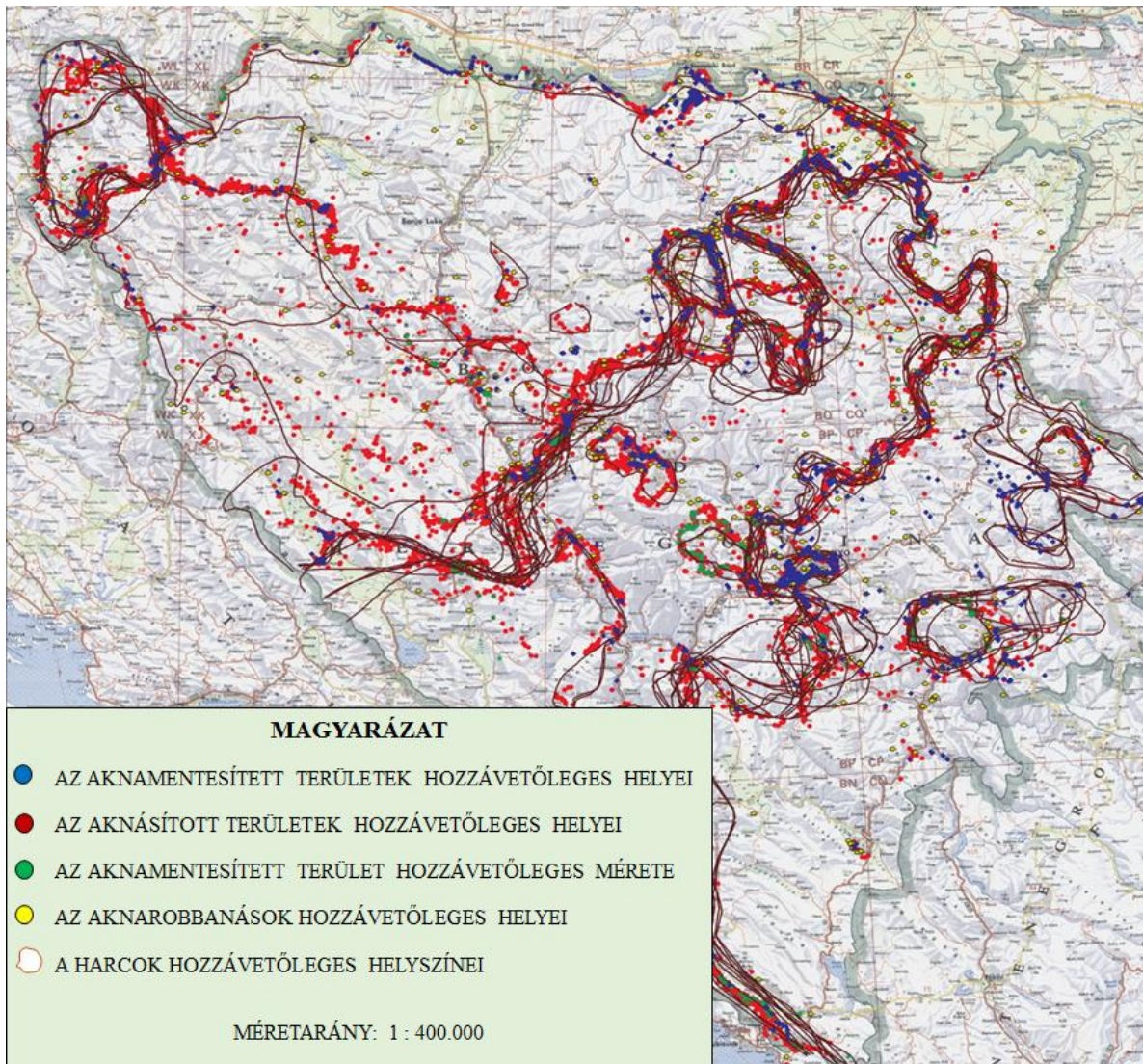
<sup>8</sup> Forrás: Katonai lexikon, Főszerkesztő: Damó László, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1985. ISBN 963-326-178-3, 88. oldal.

<sup>9</sup> Mobility – A quality or capability of military forces which permits them to move from place to place while retaining the ability to fulfill their primary mission. Forrás: Joint Publication 1-02 Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms. Url: [http://jtc.fhu.disa.mil/jtc\\_dri/pdfs/jp1\\_02.pdf](http://jtc.fhu.disa.mil/jtc_dri/pdfs/jp1_02.pdf), 352. oldal. 2014.03.02.

<sup>10</sup> Forrás: Katonai lexikon, Főszerkesztő: Damó László, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1985. ISBN 963-326-178-3, 83. oldal.

hogya a különböző műszaki zárok a harc, hadművelet nélkülözhetetlen elemei. „Az aknák által okozott sérülések száma a II. világháborús 4,4%-ról a vietnámi háborúban 33%-ra nőtt, míg a Desert Storm – Sivatagi Vihar hadműveletben ez 20%, az Operation Restore Hope – a Remény Helyreállítása szomáliai hadművelet során pedig 26% volt.”<sup>11</sup>

Az aknák, a fel nem robbant hadianyagok az első igazi, komoly kihívást a balkáni hadműveletek során okozták, ahol becslések szerint közel 1 millió akna (ennek 83%-a gyalogság elleni, 17%-a harckocsi elleni akna) és 500 ezer fel nem robbant hadianyag maradvány található.<sup>12</sup>



Aknahelyzet Bosznia-Hercegovinában<sup>13</sup>

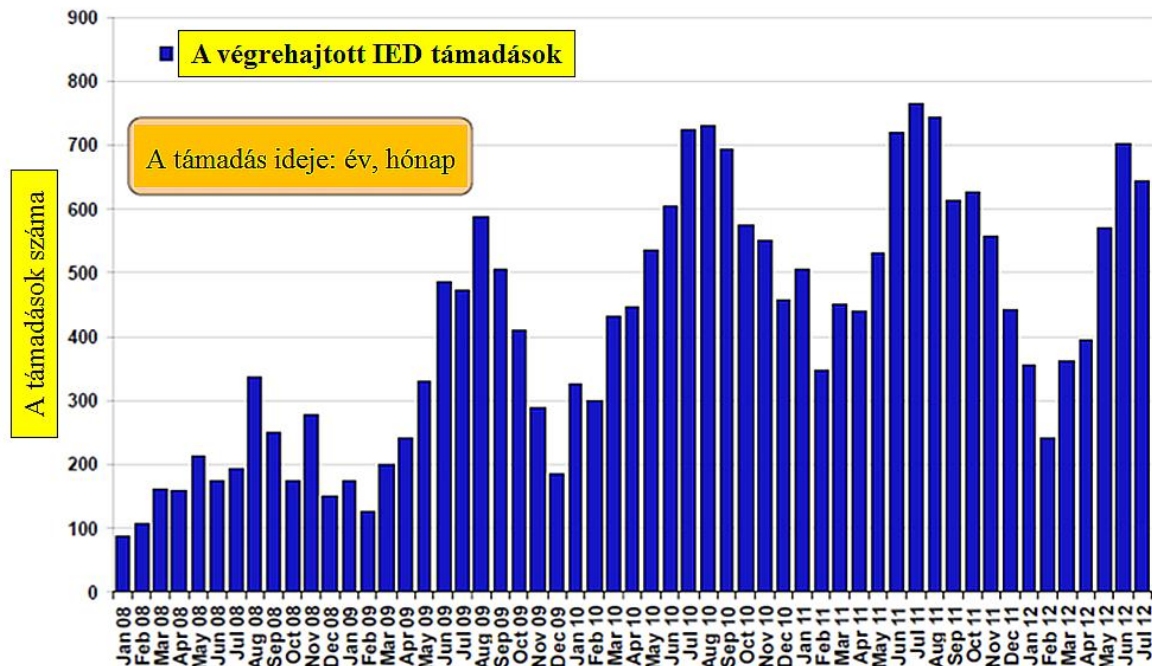
Ezen eszközök és anyagok jelentősen korlátozták a békefenntartásban résztvevő erők mozgás szabadságát és óriási erőfeszítésekre kényszerítették őket a biztonságos mozgási feltételek megteremtése során. A balkáni hadműveleteket követően az iraki és afganisztáni hadműveletekben egyre gyakoribbá vált a házilagos készítésű, „improvizált – rögtönzött”

<sup>11</sup> Captain John K. Leighow: Route-clearance operations. Url: <http://www.wood.army.mil/engrmag/Route%20Clearance%20PDFs/Leighow.pdf>, 1. oldal. 2014.06.30.

<sup>12</sup> Padányi József: A menekültek és hontalanok visszatelepítése Bosznia-Hercegovinába Hadtudomány, 2000. 2. szám 121. oldal. Forrás: [http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2000/2\\_13.html](http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2000/2_13.html) 2014.07.31.

<sup>13</sup> Szerkesztette Dr. Szabó Sándor a <http://www.bosna.unas.cz/images/mapamin.jpg>, alapján. 2014.07.05.

robbanóeszközök – IED<sup>14,15</sup> – használata. Ezek a viszonylag „új” eszközök és alkalmazási módszereik jelentik az egyik legnagyobb problémát napjainkban, így az ellenük való hatékony fellépés új kihívásként jelentkezik a műveleti területen tevékenykedő erők számára.



Az IED támadások száma Afganisztánban<sup>16</sup>

### Az utak, területek akadálymentesítése

A szárazföldi csapatok mozgása, manővere rendszerint meglévő útvonalakon, illetve szükség esetén a terepen kijelölt „járható” irányokban, terepszakaszokon történik. A biztonságos mozgások, manőverek végrehajtása érdekében ezek az „elemek” az elsődlegesek az akadálymentesítés szempontjából.

Az utak, területek akadálymentesítésének doktrínális alapját az FM 3-34.2 Combined-Arms Breaching Operations Change 3 Headquarters Department of the Army Washington, DC, 11 October 2002<sup>17</sup> határozza meg, melyet a gyakorlati tapasztalatok (Irak, Afganisztán) alapján folyamatosan továbbfejlesztnek.

Az akadálymentesítési műveletek az egyik legnehezebb, legösszetettebb összefegyvernemi har-

<sup>14</sup> IED – Improvised Explosive Device – házilagos készítésű „improvizált” robbanószerkezet.

<sup>15</sup> A témával kapcsolatos ismereteket lásd: Daruka Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzserész feladatok ellátására. PhD értekezés. Budapest, 2013. 243 p. NKE Egyetemi Központi Könyvtár.

<sup>16</sup> Szerkesztette: Dr. Szabó Sándor a <http://www.longwarjournal.org/images/Afghan-executedIED-attacks-ISAF-data-Aug2012-page.jpg> alapján. 2014.07.28.

<sup>17</sup> Forrás: [http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2\(02\).pdf](http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2(02).pdf), 2014.07.06. További kapcsolódó szabályozók: az FM 3-34.210 (FM 20-32) Explosive Hazards Operations March 2007. Headquarters, Department of the Army, Forrás: [http://www.ssi.army.mil/ncoa/AGS\\_SLC\\_ALC\\_REGS/FM%203-34.210.pdf](http://www.ssi.army.mil/ncoa/AGS_SLC_ALC_REGS/FM%203-34.210.pdf), 2014.08.05. és az FM 3-34.22 (FM 3-34.221, 5-7-30, 5-71-2, 5-71-3) Engineer Operations – Brigade Combat Team and Below, February 2009. Headquarters, Department of the Army, Forrás: <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-34-22/fm3-34-22.pdf>, 2014.06.30.

cászati feladatok, amelyeket a parancsnok rendel el minden robbanásveszélyes eszköz (ellenséges és baráti), valamint az ellenséges akadályok eltávolítására egy meghatározott útvonalon vagy a kijelölt területen belül.<sup>18</sup>

A szabályzatok az akadálymentesítési műveletek között az utak és területek akadálymentesítését ismertetik részletesen.

Az AAP–6 Edition 2014 NATO Glossary of Terms and Definitions<sup>19</sup> – NATO szakkifejezések és meghatározások szógyűjteménye szerint a „route clearance”<sup>20</sup> – útvonal akadálymentesítés – az alábbiak szerint került megfogalmazásra: „Szárazföldi hadviselésben, a katonai hadműveleteknek csökkentett kockázattal történő folytatása érdekében az aknáknak vagy más robbanó testeknek, rögtönzött robbanószerkezeteknek a megtalálása, valamint a megtalálás után azok azonosítása, megjelölése, semlegesítése, megsemmisítése vagy eltávolítása akkor, amikor azok veszélyt jelentenek egy meghatározott útvonal használata során. Megjegyzés: az útvonal aknamentesítését rendszerint katonai alakulatok hajtják végre.” Az „area clearance”<sup>21</sup> – terület akadálymentesítés – fogalmát pedig a következőképpen határozza meg: „Szárazföldi hadműveletek során aknák vagy más hadianyagok, rögtönzött robbanószerkezetek és meglepőaknák felfedése, majd azonosítása, megjelölése és semlegesítése, megsemmisítése vagy eltávolítása egy körülhatárolt helyszínről, annak érdekében, hogy a katonai műveleteket csökkent kockázat mellett lehessen folytatni. Megjegyzés: a területmentesítést általában katonai alakulatok hajtják végre.”

Az aszimmetrikus hadviselés során az utak, területek akadálymentesítése alapvető feladat a csapatok mozgás-, manőverszabadságának fenntartása és a logisztikai ellátás biztosítása szempontjából.

### *Az útvonal akadálymentesítés típusai, módszerei*<sup>22,23,24</sup>

#### **Az útvonal akadálymentesítés típusai**

Az útvonal akadálymentesítésnek két típusát különböztetjük meg. Az első a hevenyészett akadálymentesítés (Hasty sweep), míg a másik az előkészített akadálymentesítés (Deliberate sweep).

Ezek az eljárások módosíthatók, hogy megfeleljenek a harci kötelék parancsnoka elgondolásának, a rendelkezésre álló idő és eszközrendszernek, ugyanakkor a manőver parancsnoknak figyelembe

<sup>18</sup> FM 3-34.22 (FM 3-34.221, 5-7-30, 5-71-2, 5-71-3) Engineer Operations – Brigade Combat Team and Below, February 2009. Headquarters, Department of the Army, D-1 oldal. Forrás: <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-34-22/fm3-34-22.pdf>, 2014.06.30.

<sup>19</sup> Forrás: <http://nsa.nato.int/nsa/zPublic/ap/aap6/AAP-6.pdf>, 2-R-10 oldal. 2014.07.02.

<sup>20</sup> A fordítás eredete: NATO szakkifejezések és meghatározások szógyűjteménye (Angol és Magyar) AAP–6 (2011) Magyar Honvédség Vezetési és Doktrinális Központ Kiadvány 2012. 205. oldal. (MH Központi Doktrinális Adattár 2013. – MH KDAT 2.0 – A Magyar Honvédség Vezetési és Doktrinális Központ Doktrinális és Szabályzatfejlesztő Osztály CD kiadványa.)

<sup>21</sup> A fordítás eredete: NATO szakkifejezések és meghatározások szógyűjteménye (Angol és Magyar) AAP–6 (2011) Magyar Honvédség Vezetési és Doktrinális Központ Kiadvány 2012. 36–37. oldal. (MH Központi Doktrinális Adattár 2013. – MH KDAT 2.0 – A Magyar Honvédség Vezetési és Doktrinális Központ Doktrinális és Szabályzatfejlesztő Osztály CD kiadványa.)

<sup>22</sup> Forrás: FM 3-34.2 (C3), Combined-Arms Breaching Operations. Headquarters Department of the Army Washington, DC, 11 October 2002. Url: [http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2\(02\).pdf](http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2(02).pdf), 2014.06.30.

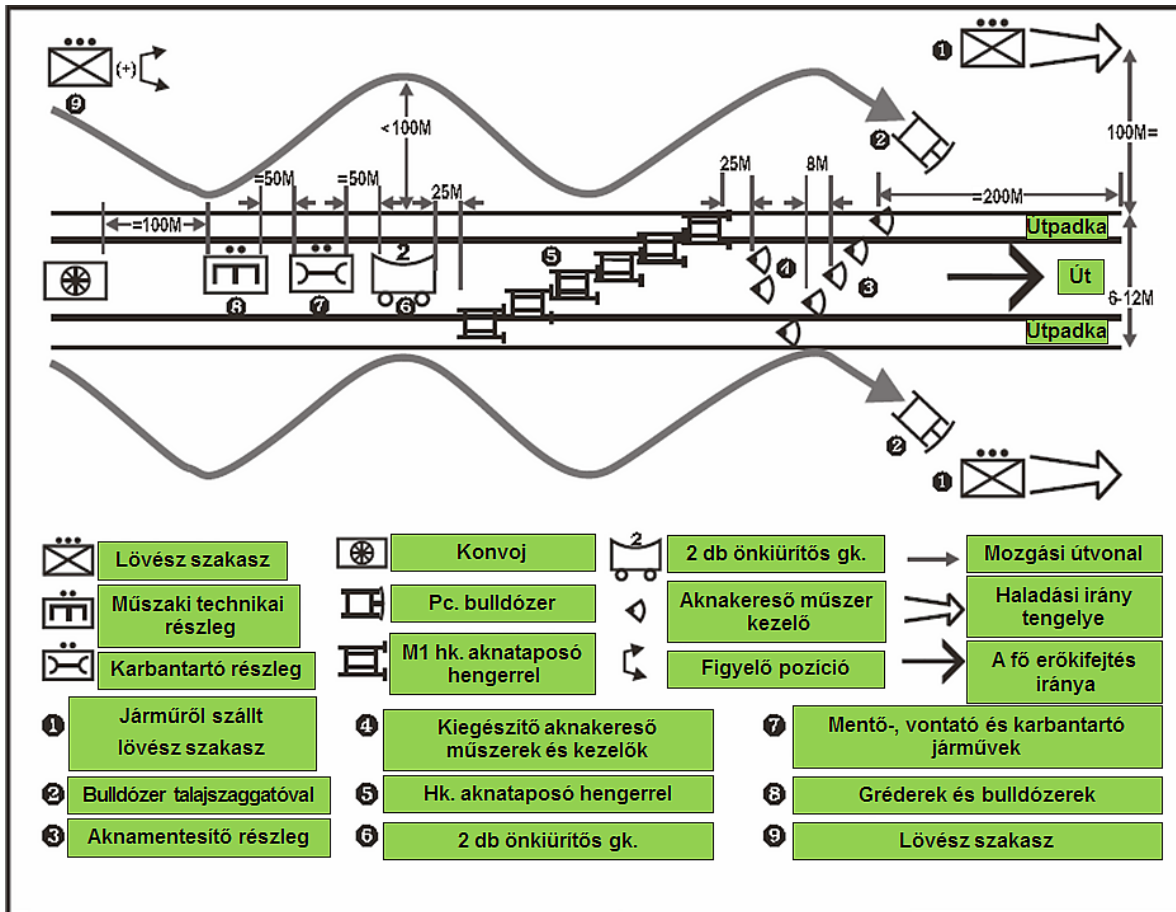
<sup>23</sup> Forrás: Route Clearance Handbook. No. 03-31, Nov 03. Center for Army Lessons Learned (CALL), U.S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC) Fort Leavenworth. Url: [http://download.cabledrum.net/wikileaks\\_archive/file/us-army-call-3-31.pdf](http://download.cabledrum.net/wikileaks_archive/file/us-army-call-3-31.pdf), 2014.06.30.

<sup>24</sup> Forrás: FM 3-34.22 (FM 3-34.221, 5-7-30, 5-71-2, 5-71-3) Engineer Operations – Brigade Combat Team And Below. Headquarters Department of the Army Washington, DC, 11 February 2009. Url: <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-34-22/fm3-34-22.pdf>, 2014.06.30.

kell venni a kockázatok megváltozását is. Mindkét típusú útvonal akadálymentesítés során alkalmazható az akadálymentesítés bármelyik – a vonalas, a harci és a kombinált – módszere.

*Az útvonal előkészített akadálymentesítése (Deliberate sweep)*

Az útvonal előkészített akadálymentesítése nagyon alapos és magában foglalja a teljes út (az útpadka, leállósáv, átereszek, árkok és hidak) akadálymentesítését. Ez a leginkább időigényes akadálymentesítési tevékenység, mivel egyaránt támaszkodik az elektronikus (elsődleges), vizuális (másodlagos) és mechanikus (harmadlagos) érzékelő rendszerek használatára.



Az útvonal előkészített akadálymentesítésének elvi vázlata<sup>25</sup>

Ha a helyzet lehetővé teszi, a manőver parancsnok feladatot szab az alárendelt egységeknek az előkészített útvonal akadálymentesítésre, amikor az útvonalat először megnyitják a forgalom számára, majd minden reggel, illetve minden esetben, ha az aknásítás gyanúja és lehetősége fennáll.

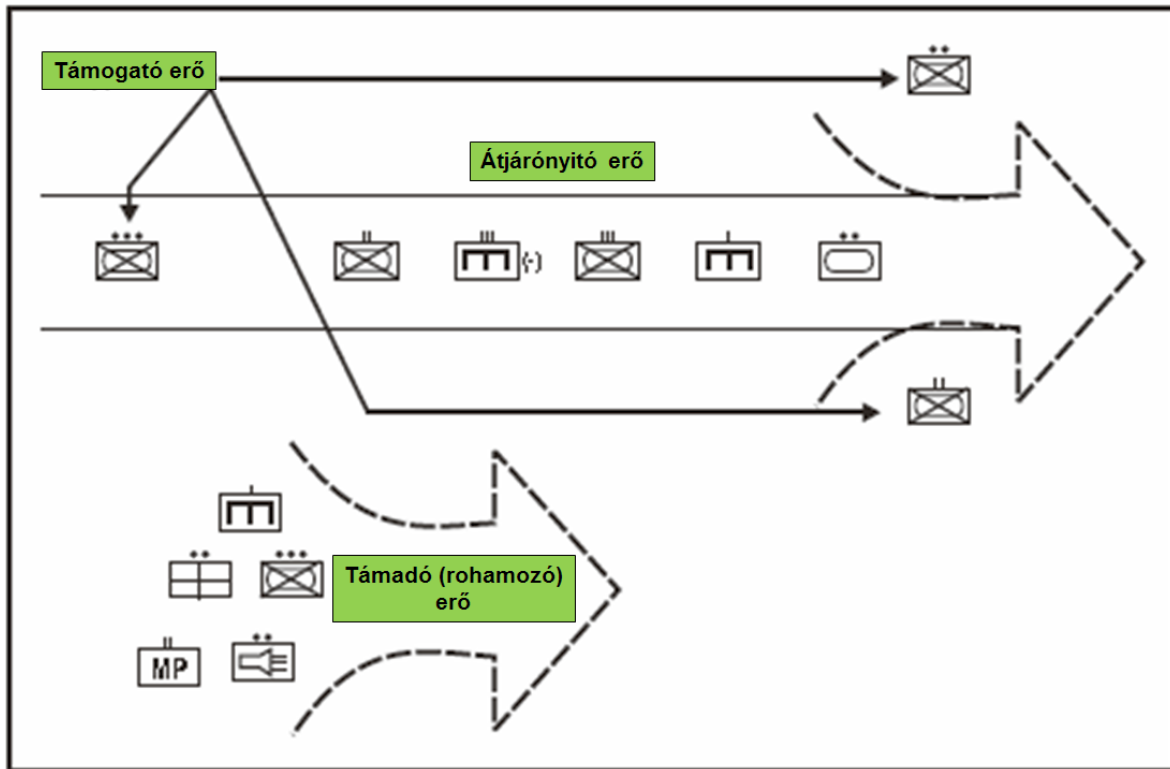
Az útvonal előkészített akadálymentesítése öt elemből áll.

- a csapatok kihelyezése;
- az útvonal biztosítása;
- az út akadálymentesítése;
- a konvoj(-ok) átbocsátása;
- az erők összevonása.

<sup>25</sup> Szerkesztette Dr. Szabó Sándor a Route Clearance Handbook. No. 03-31, Nov 03. Center for Army Lessons Learned (CALL), U.S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC) Fort Leavenworth. Url: [http://download.cabledrum.net/wikileaks\\_archive/file/us-army-call-3-31.pdf](http://download.cabledrum.net/wikileaks_archive/file/us-army-call-3-31.pdf), 22. oldali 4. sz. ábra alapján. 2014.06.30.

### Az útvonal hevenyészett akadálymentesítése (Hasty sweep)

A pusztá létezése a hevenyészett akadálymentesítési eljárásoknak hallgatólagos elismerése annak, hogy a „100 százalékos megoldás” nem minden esetben megvalósítható, és a manőver parancsnokok elfogadják a megfelelő szintű kockázatokat ezekben a műveletekben. Azokban az esetekben, ahol valószínű, hogy az akadálymentesítő részleg találkozik csapdákkal, oldal elleni, vagy távirányítású aknákkal, a döntés, hogy a hevenyészett akadálymentesítési eljárást alkalmazzák, magas kockázattal jár.



Az útvonal hevenyészett akadálymentesítésének elvi vázlata<sup>26</sup>

Mint mindig, a manőver parancsnoknak meg kell meghatározni a megfelelő egyensúlyt a kockázatok és követelmények között. Az eljárások, melyeket a hevenyészett akadálymentesítésnél alkalmaznak, az előkészített akadálymentesítés eljárásain alapulnak, csak az idő, vagy az eszközhiány miatt módosulnak.

Az útvonal hevenyészett akadálymentesítése a vizuális ellenőrzésből, fizikai vagy szűrőbotos átvizsgálásból és aknakereső műszereket alkalmazásából áll. Ez a leggyorsabb, leginkább kockázatos, azonban a páncélos és gépesített csapatok számára alkalmas módszer. Ez a módszer az aknák jelenlétének meghatározására szolgál és elsődlegesen a vizuális érzékelést, a hő- vagy infravörös eszközöket és a szabad szemmel való felismerést alkalmazza. Az átjáróerő felkutatja az aknákat, vezetékeket és az aknák egyéb áruló jeleit. A vizuális felderítést mechanikus ellenőrzési módszer követi. A gyanús területeken, mint például a mélyedések, talaj egyenetlenségek, átereszek és hidak, még alaposabb vizsgálódást és átkutatást kell végrehajtani. Az akadálymentesítő részleg minden gyanús területet ellenőriz elektronikus aknaku-  
tató berendezésekkel.

<sup>26</sup> Szerkesztette Dr. Szabó Sándor a Route Clearance Handbook. No. 03-31, Nov 03. Center for Army Lessons Learned (CALL), U.S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC) Fort Leavenworth. Url: [http://download.cabledrum.net/wikileaks\\_archive/file/us-army-call-3-31.pdf](http://download.cabledrum.net/wikileaks_archive/file/us-army-call-3-31.pdf), 25. oldali 5. sz. ábra alapján. 2014.06.30.

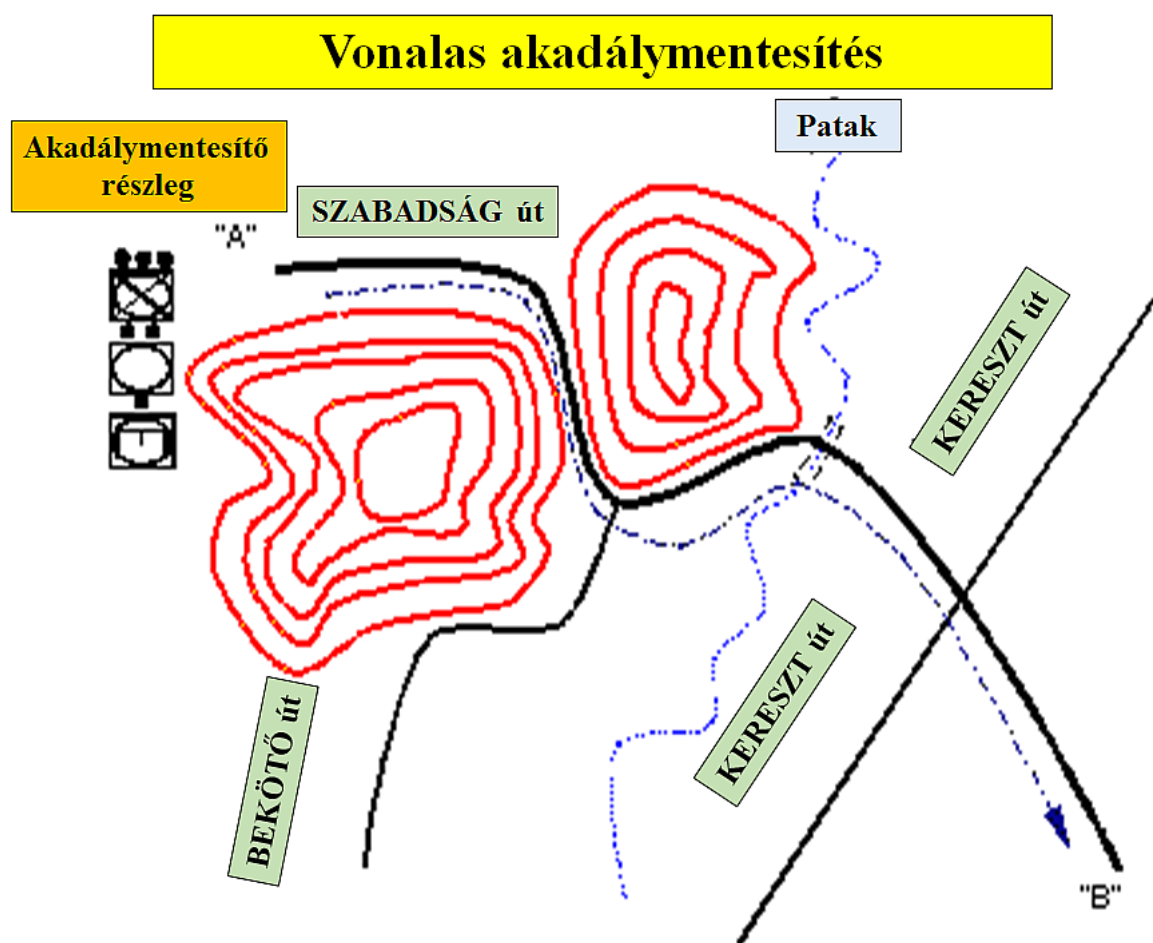
## Az útvonal akadálymentesítés módszerei

Az útvonalak akadálymentesítése három – vonalas, harci és kombinált – módszer alkalmazásával valósítható meg. Az alkalmazott módszer függ a kialakult helyzettől, a rendelkezésre álló időtől, erőtől és akadálymentesítő eszközöktől. Ha az útvonalat rendszeresen használják az amerikai és a szövetséges erők, a manőver erő az útvonal akadálymentesítésének befejezése után a kritikus helyeken statikus figyelő-, ellenőrző pontokat hoz létre és tart fenn.

### Vonalas akadálymentesítés

A vonalas akadálymentesítés során az akadálymentesítő részleg a feladatát a kijelölt útvonal „A” pontjában kezdi meg és a „B” pontnál fejezi be. Ez a módszer a legjobb garancia a teljes és következetes útvonal akadálymentesítésre.

Bár ez egy hatékony módszer, de nem a legbiztonságosabb egy magas veszélyeztetettségű környezetben. Ez is időigényes és korlátozza a manőver parancsnok cselekvési szabadságát.



Vonalas akadálymentesítés<sup>27</sup>

### Harci akadálymentesítés

Míg a vonalas akadálymentesítés középpontjában egy adott útvonal áll, addig a harci akadálymentesítés bizonyos (kritikus, veszélyeztetett) pontokra, terepszakaszokra összpontosít az útvonalon. A harcmező felderítő előkészítése (IPB<sup>28</sup>) és harcmező műszaki értékelése (EBA<sup>29</sup>) azo-

<sup>27</sup> Szerkesztette Dr. Szabó Sándor a [http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call\\_96-1\\_fig1961.gif](http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call_96-1_fig1961.gif) ábra alapján. 2014.06.30.

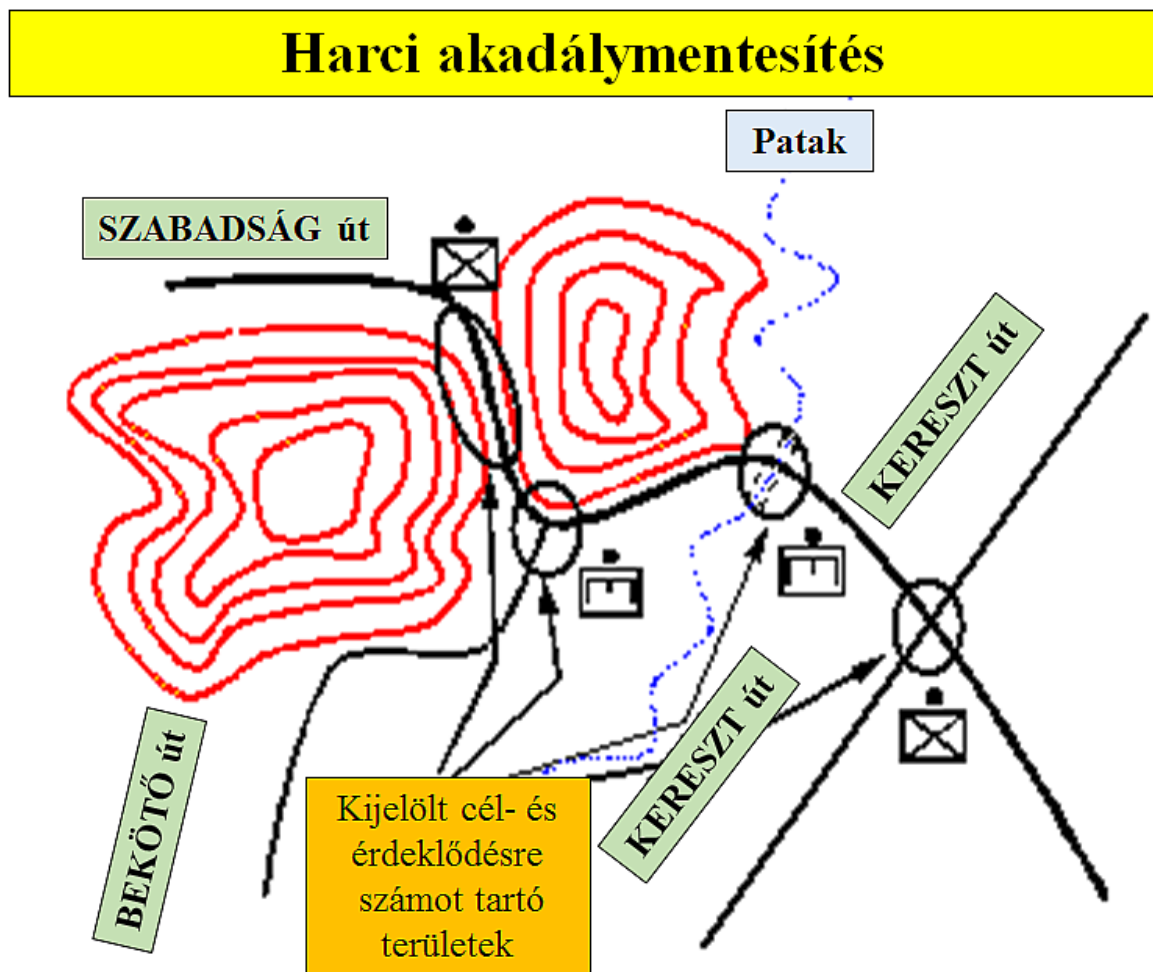
<sup>28</sup> Intelligence Preparation of Battlefield (IPB) – harcmező felderítő előkészítése.

<sup>29</sup> Engineer Battlefield Assessment (EBA) – a harcmező műszaki értékelése.



nosíthatja azokat a területeket, amelyek valószínűleg tartalmaznak aknákat vagy csapdákat. Ezek a területek lesznek a kijelölt érdekeltségi területek (NAI<sup>30</sup>) – mentesítendő területek – a harci akadálymentesítés számára.

A harci akadálymentesítés szakaszolja az utat a kockázatos területek mennyisége szerint. Amint az akadálymentesítő részleg akadálymentesíti és biztonságossá teszi ezeket a területeket, az útvonal akadálymentesnek tekinthető. A harci erők a menetvonalon történő járőrözéssel biztosítják a menetvonal biztonságának folyamatos fenntartását. Ezzel a módszerrel a parancsnok elfogad némi kockázatot, bízva abban, hogy a felderítő és a műszaki tisztek azonosították az összes veszélyes területet és, hogy az útvonalat mentesítették az aknáktól. A harci akadálymentesítést célszerű a harcjárműről szállt – gyalogos – (könnyű lövés) erőkkel végrehajtani, mivel ez biztosítja a meglepetés és rejtettség maximális kihasználását.



Harci akadálymentesítés<sup>31</sup>

### *Kombinált akadálymentesítés*

A kombinált módszer egy tökéletes útvonal akadálymentesítési képesség, mely ötvözi a vonalas akadálymentesítést és a harci útvonal akadálymentesítés meglepés és rejtettség tényezőit.

A kombinált útvonal akadálymentesítés kétfázisú tevékenység, erő és eszközigenyes művelet, mely a mentesítendő útvonal hosszától függ és a végrehajtáshoz akár zászlóalj erejű kötelékre is

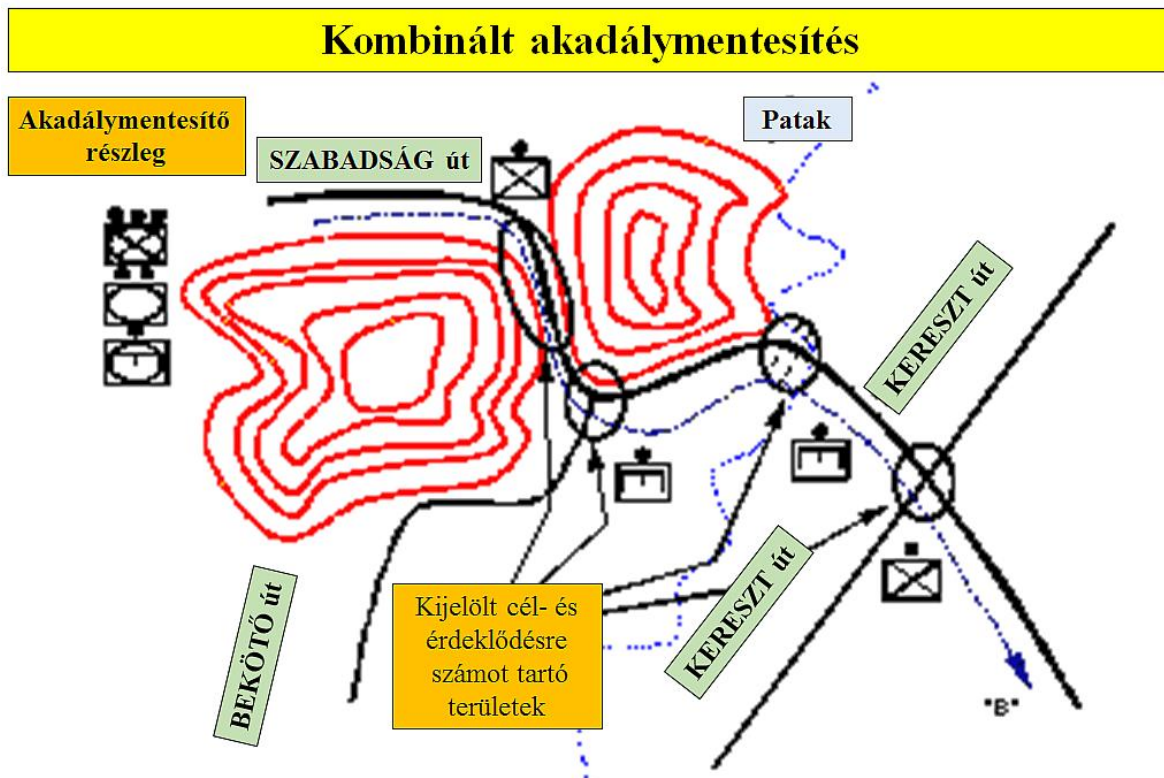
<sup>30</sup> Named Areas of Interest (NAI) – kijelölt érdekeltségi terület.

<sup>31</sup> Szerkesztette Dr. Szabó Sándor a [http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call\\_96-1\\_fig2961.gif](http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call_96-1_fig2961.gif) ábra alapján. 2014.06.30.

szükség lehet.

Először a felderítő és a műszaki tiszt a harcmező felderítő előkészítése (IPB) és harcmező műszaki értékelése (EBA) során azonosít minden kockázatos területet, majd besorolják, mint kijelölt érdekeltségi területek (NAI), vagy biztosítandó objektumok.

Ezután a támogató erő megtisztítja a területet az ellenséges erőktől az átjáróerők előtt. Az átjáróerők akadálymentesítő részlegei az úton előre mozogva eltávolítják az összes akadályt, melyek nehezítik vagy veszélyeztetik a mozgást a fő utánpótlási útvonal (MSR<sup>32</sup>) mentén.



Kombinált akadálymentesítés<sup>33</sup>

Ennek a módszernek a fő előnye, hogy a harci kötelék parancsnoka számára viszonylag gyors lehetőséget biztosít a fő utánpótlási útvonalak (MSR) biztonságossá tételére, ezzel a követő (második) lépcső előrevonása sokkal biztonságosabb lesz.

Az útvonal szakaszolásával és több akadálymentesítő részleg alkalmazásával tovább csökkenthető az útvonal akadálymentesítésének ideje.

Az útvonal akadálymentesítés legegyszerűbb formája, amikor az akadálymentesítő részlegek az út két végéről indulnak és egymás felé haladva akadálymentesítik a menetvonalat.

Ha saját védelmi állások találhatóak az útvonal mentén, akkor az ott lévő erőkből kiegészítő részlegek kialakításával ezen állásokból is kezdődhet a menetvonal akadálymentesítése.

#### Az útvonal akadálymentesítés szintjei

*Az első szint:* Ez a leggyorsabb, de egyben a legkockázatosabb módja az útvonal akadálymentesítésének. Ez a módszer leginkább a páncélozott és gépesített csapatok tevékenysége során alkalmazható. Az átjáróerők egy raj, vagy nagyobb erejű részleg, amely feladatorientáltan

<sup>32</sup> Main Supply Route (MSR) – fő utánpótlási útvonal.

<sup>33</sup> Szerkesztette Dr. Szabó Sándor a [http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call\\_96-1\\_fig3961.gif](http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call_96-1_fig3961.gif) ábra alapján. 2014.06.30.

kerül kialakításra aknakeresőkkel, átjárónyitó eszközökkel, esetleg gépi aknakeresővel (IVMMD<sup>34</sup>). Az átjárónyitó erő az aknák keresését az út mentén, annak teljes szélességében hajtja végre. Ez a módszer az aknák felderítésére elsődlegesen a vizuális érzékelést, a hő- vagy infravörös eszközöket és a szabad szemmel való felismerést alkalmazza.

Ezt követően alkalmazhatók a gépi mentesítő eszközök, mint például az aknakifordító „karom” (MCR<sup>35</sup>), aknataposó hengerek, aknakifordító ekék.

Az első szintű útvonal akadálymentesítés fő célja a sebesség, az átjárónyitó erő 8–13 km/h sebességgel halad. Az átjárónyitó erő azonosítja a közvetlen kockázatokat a forgalomra, semlegesíti azokat, majd folytatja feladatát.

A biztosító és támogató csoport mozgékony (manőverező) szakasz, amely az átjárónyitó erő közvetlen tűzzel való biztosítását hajtja végre.

Ha aknataposó hengerek nem állnak rendelkezésre, a legvégső esetben az útvonal akadálymentesítésére alkalmazható egy 2,5 t teherbírású, homokzsákokkal megrakott teherautó is, amely hátrafelé halad. Ebben az esetben az aknataposó hengerek csak a detektálás és nem az átjárónyítás eszközei. Az aknamentesítő „karom” vagy eke nem minden esetben megfelelő helyettesítő eszköz, mert nagy valószínűséggel tönkre fogja tenni az útfelületet.

*A második szint:* A második szintű útvonal akadálymentesítés elektronikus mérőműszereket alkalmaz, (elsősorban aknakeresőket), mint elsődleges detektálási (érzékelési) módszert a kiemelten veszélyes területeken. Ezek lehetnek útkereszteződések, csomópontok és a 10 méteren belüli faszorok (erdős területek). A második szintű akadálymentesítés nagyobb körülményekkel kerül végrehajtásra és ez arra kényszeríti az alegységeket, hogy frissítse a harcmező felderítő előkészítési – IPB információkat a feladat megkezdése előtt. Ez a szint század erejű köteléket alkalmaz a biztonság és a vezetés, irányítás hatékonysága érdekében.

A gyalogos erők megtisztítják és biztosítják a szárnyakat és a túlsó oldalon az aknásított területet, míg a műszaki raj akadálymentesíti az utat.

*A harmadik szint:* A harmadik szintű útvonal akadálymentesítés még részletesebb és időigényesebb módszer. Az akadálymentesítő csoportnak meg kell vizsgálni az útvonalat teljes szélességében, beleértve az útpadkákat, leállósávokat és a vízelvezető árkokat.

Ez a módszer biztosítja, hogy a követő (második) lépcső védett legyen, abban az esetben is, ha az útpálya elhagyására kényszerítik. A biztosító és a támogató elem szintén mozog, járművön vagy gyalogosan, gondoskodva a gyors reagálásról és a biztonságról. Az átjárónyitó erő olyan menetvonal felderítő jelentést biztosít, amely frissíti az aktuális helyzetet (térképet) és elősegíti a magas kockázatú területek azonosítását.

A törzs ezekből a jelentésekből értékes információkat nyerhet a jövőbeli műveletek végrehajtásához.

*A negyedik szint:* A negyedik szintű útvonal akadálymentesítés rendkívül időigényes. Az út akadálymentesítése vizuálisan és elektronikus eszközökkel történik. A szakasz erejű átjárónyitó erő gyalogosan hajtja végre feladatát, figyelmét az útvonal teljes hosszára irányítva. A század erejű támogató erő megtisztítja és biztosítja a szárnyakat és az arcvonalat az átjárónyitó erő részére (erdős területen legalább 100 métert minden irányban). Megtisztítja a területet mesterlövészekről és lesállításokról, valamint a parancsindítású aknáktól, ily módon lehetővé téve, hogy az akadálymentesítő részleg kizárólagosan az útvonal akadálymentesítésére fordítsa figyelmét. Az aknakifordító „karom” eszközöket az út ellenőrzésére alkalmazzák, miután az akadálymentesítő

---

<sup>34</sup> Interim Vehicle Mounted Mine Detector (IVMMD) – Ideiglenesen járműre szerelt aknakereső.

<sup>35</sup> Mine-clearing rake (MCR) – aknakifordító „karom”.

részleg áthaladt a területen. A negyedik szintű útvonal akadálymentesítés magába foglalja az útvonal és terület (környező terep) felderítését és akkor alkalmazzuk, amikor az alaposság, a biztonság és nem a sebesség a fontos a feladat végrehajtás érdekében.

### *A területek akadálymentesítése*<sup>36,37</sup>

Az utak akadálymentesítése mellett a műszaki csapatok másik igen fontos feladata a területek akadálymentesítése.

Ellentétben az átjárónyitási műveletekkel, a terület akadálymentesítési műveletek tervezése és a feladatok végrehajtása során elegendő idő áll rendelkezésre. A terület akadálymentesítési műveletek természetüknél fogva veszélyesek. A parancsnokoknak állandó kockázat, fenyegetés és helyzetelemzést kell végrehajtani a feladat, ellenség, terep és az időjárás, a rendelkezésre álló csapatok és támogatók, a rendelkezésre álló idő, a civil tényezők (Mission, enemy, terrain and weather, troops and support available, time available, and civil considerations – METT-TC) szerint. A terület akadálymentesítését általában tűzhatás alatt vagy kedvezőtlen időjárási körülmények között nem hajtunk végre, csak a nappali órákban folytatjuk. A parancsnokoknak arra kell törekednie, hogy az akadálymentesítést igénylő területeket csak azokra a helyekre korlátozzák, melyek a katonai műveleteket támogatják. Ha lehetséges, azokat a területeket, melyek nem szükségesek a katonai műveletekhez és közvetlenül nem veszélyeztetik a baráti erőket, meg kell jelölni és el kell kerülni.

Néhány helyzet, ahol a terület akadálymentesítésre lehet szükség:

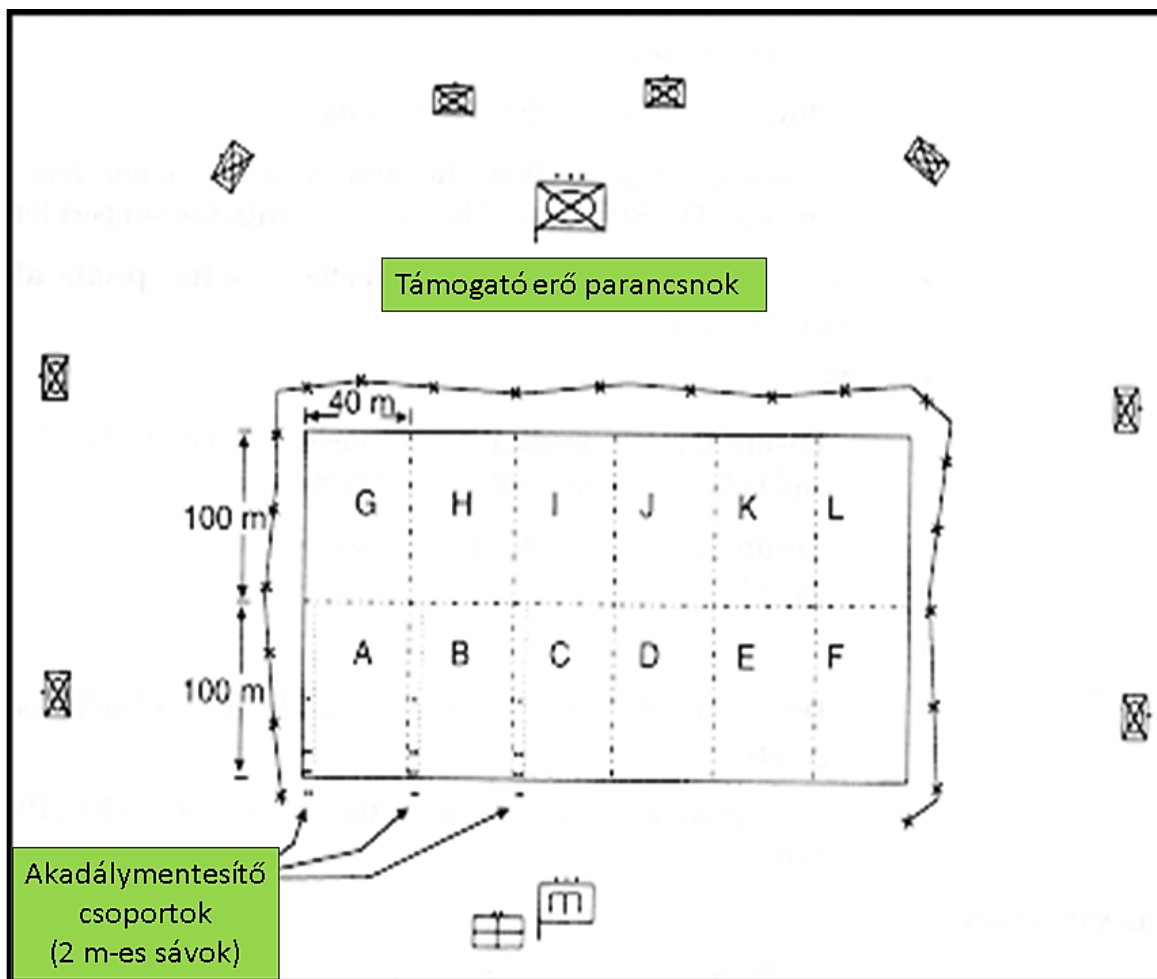
- repülőtér akadálymentesítése során;
- eszközök mentési műveletei során;
- kifutópályák építésekor;
- logisztikai és karbantartási létesítmények építésekor;
- légi és tengeri kikötők helyreállításakor;
- előretolt fegyverzeti és üzemanyagtöltő állomások műveletei során (Forward Arming and Refueling Point Operations – FARP);
- a személyi állomány kivonása során.

Attól függően, hogy mekkora az akadálymentesítendő terület mérete és az akadálymentesítési tevékenység időtartama, egyidőben több vagy rotációs (váltó) egységeket is be lehet vonni a feladat végrehajtás különböző szakaszaiban. A végrehajtás folyamatosságának, a terület akadálymentesítési munkáinak biztosítására irányító harcálláspont kerül kijelölésre, amely egyben felelős:

- az akadálymentesítendő terület és annak mélységének meghatározásáért az akadálymentesítésre vonatkozó feladatszabó parancsában;
- az akadálymentesítési munkák szabványainak és irányelveinek meghatározásáért;
- az egységek akadálymentesítési feladatok végrehajtására való alkalmasságának megítéléséért;
- egy robbanásveszélyes eszközökre vonatkozó adatbázis fenntartásáért az akadálymentesített és mentésítetlen területekről, mely bemutatja az akadálymentesített állapotot mind-egyik robbanásveszélyes területre vonatkozóan;
- egy figyelőrendszer létrehozásáért és fenntartásáért a jelenlegi akadálymentesítési tevékenységekre vonatkozóan és akadálymentességet ellenőrzőket küld ki a megtisztított területekre.

<sup>36</sup> Forrás: FM 3-34.210 (FM 20-32) Explosive Hazards Operations March 2007. Headquarters, Department of the Army, Forrás: [http://www.ssi.army.mil/ncoa/AGS\\_SLC\\_ALC\\_REGS/FM%203-34.210.pdf](http://www.ssi.army.mil/ncoa/AGS_SLC_ALC_REGS/FM%203-34.210.pdf), 2014.08.05.

<sup>37</sup> Forrás: FM 3-34.22 (FM 3-34.221, 5-7-30, 5-71-2, 5-71-3) Engineer Operations – Brigade Combat Team And Below. Headquarters Department of the Army Washington, DC, 11 February 2009. Url: <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-34-22/fm3-34-22.pdf>, 2014.06.30.



A terület akadálymentesítés elvi vázlata<sup>38</sup>

Az út és terület akadálymentesítés elsősorban a műszaki alegységek feladata. A műszaki alegységek szervezete és a rendeltetése nem csupán a feladattól, az ellenségtől, a terep és az időjárás-tól, a csapatoktól és a rendelkezésre álló támogatástól, a rendelkezésre álló időtől és a civil megfontolásoktól (METT-TC) függ, de meghatározza a működési környezet (Operational Environment – OE) és a harctéren belül feladatok célkitűzése is. Egy műszaki útvonal akadálymentesítő csoport (Route Clearance Team – RCT) hatékony erő mind a támadó, mind a védelmi műveletek során.<sup>39</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen publikációnkban, bevezetésként bemutattuk a mozgás-, manővertámogatás jelentőségét a műveleti tevékenységek sorában, különös tekintettel az aszimmetrikus hadviselésre. Rávilágítottunk, hogy a veszélyes robbanószerkezetek alkalmazása alapvetően korlátozza a csapatok mozgás-, manőverszabadságát, ezért az ellenük való küzdelem kiemelt fontosságú feladattá

<sup>38</sup> Szerkesztette Dr. Szabó Sándor az FM 20-32 Mine/Countermine Operations. C3 Headquarters, Department of the Army Washington, DC, 1 October 2002. Url: [https://ia600809.us.archive.org/11/items/milmanual-fm-20-32-mine-countermine-operations/fm\\_20-32\\_mine-countermine\\_operations.pdf](https://ia600809.us.archive.org/11/items/milmanual-fm-20-32-mine-countermine-operations/fm_20-32_mine-countermine_operations.pdf), 11-19. oldali 11-9 ábrája alapján. 2014.08.10.

<sup>39</sup> Forrás: Route Clearance Handbook (Tactics, Techniques, and Procedures) No. 06-32 Sep 06. Center for Army Lessons Learned (CALL) Fort Leavenworth, KS 66027-1350. Url: <https://ia600603.us.archive.org/12/items/RouteClearanceHandBook/RouteClearanceHandBook.pdf>, 3. oldal. 2014.06.26.

vált napjaink katonai műveleteiben. Áttekintettük az út- és terület akadálymentesítés fogalmát, alapvető típusait, módszereit és szintjeit.

Írásunk folytatásaként a következő publikációnkban bemutatjuk az út- és terület akadálymentesítést végrehajró alegységek szervezetét és tevékenységének rendjét.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Daruka Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására. PhD értekezés. Budapest, 2013. 243 p. NKE Egyetemi Központi Könyvtár.
2. Padányi József: A menekültek és hontalanok visszatelepítése Bosznia-Hercegovinába Hadtudomány, 2000. 2. szám 121. oldal. Forrás: [http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2000/2\\_13.html](http://www.zmne.hu/kulso/mhht/hadtudomany/2000/2_13.html)
3. Szabó Sándor: Le- és felszállópályák, gurulóutak gyors kialakításának, helyreállításának korszerű eszközei. Repüléstudományi Közlemények 2014/2 Különszám. 137–159. oldal. Url: <http://www.repulestudomany.hu/>, 2014.04.11.
4. Captain John K. Leighow: Route-clearance operations. Url: <http://www.wood.army.mil/engrmag/Route%20Clearance%20PDFs/Leighow.pdf>, 2014.06.30.
5. FM 20-32 Mine/Countermining Operations. C3 Headquarters, Department of the Army Washington, DC, 1 October 2002. Url: [https://ia600809.us.archive.org/11/items/milmanual-fm-20-32-mine-countermining-operations/fm\\_20-32\\_mine-countermining\\_operations.pdf](https://ia600809.us.archive.org/11/items/milmanual-fm-20-32-mine-countermining-operations/fm_20-32_mine-countermining_operations.pdf), 11-19. oldali 11-9 ábrája alapján. 2014.08.10.
6. FM 3-34.2 (C3), Combined-Arms Breaching Operations. Headquarters Department of the Army Washington, DC, 11 October 2002. Url: [http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2\(02\).pdf](http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2(02).pdf), 2014.06.30.
7. FM 3-34.210 (FM 20-32) Explosive Hazards Operations March 2007. Headquarters, Department of the Army, Forrás: [http://www.ssi.army.mil/ncoa/AGS\\_SLC\\_ALC\\_REGS/FM%203-34.210.pdf](http://www.ssi.army.mil/ncoa/AGS_SLC_ALC_REGS/FM%203-34.210.pdf), 2014.08.05.
8. FM 3-34.22 (FM 3-34.221, 5-7-30, 5-71-2, 5-71-3) Engineer Operations – Brigade Combat Team and Below, February 2009. Headquarters, Department of the Army, Forrás: <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-34-22/fm3-34-22.pdf>, 2014.06.30.
9. Joint Publication 1-02 Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms. Url: [http://jtc.fhu.disa.mil/jtc\\_dri/pdfs/jp1\\_02.pdf](http://jtc.fhu.disa.mil/jtc_dri/pdfs/jp1_02.pdf), 352. oldal. 2014.03.02.
10. Katonai lexikon, Főszerkesztő: Damó László, Budapest, Zrínyi Katonai Kiadó, 1985. ISBN 963-326-178-3, 83. oldal.
11. NATO szakkifejezések és meghatározások szógyűjteménye (Angol és Magyar) AAP–6 (2011) Magyar Honvédség Vezetési és Doktrinális Központ Kiadvány 2012. (MH Központi Doktrinális Adattár 2013. – MH KDAT 2.0 – A Magyar Honvédség Vezetési és Doktrinális Központ Doktrinális és Szabályzatfejlesztő Osztály CD kiadványa.)
12. Route Clearance Handbook. No. 03-31, Nov 03. Center for Army Lessons Learned (CALL), U.S. Army Training and Doctrine Command (TRADOC) Fort Leavenworth. Url: [http://download.cabledrum.net/wikileaks\\_archive/file/us-army-call-3-31.pdf](http://download.cabledrum.net/wikileaks_archive/file/us-army-call-3-31.pdf), 2014.06.30.
13. Route Clearance Handbook. (Tactics, Techniques, and Procedures) No. 06-32, Sep 06. Center for Army Lessons Learned (CALL) Fort Leavenworth, KS 66027-1350. Url: <https://ia600603.us.archive.org/12/items/RouteClearanceHandBook/RouteClearanceHandBook.pdf>, 3. oldal. 2014.06.26.

14. <http://nsa.nato.int/nsa/zPublic/ap/aap6/AAP-6.pdf>, 2014.07.02.
15. [http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2\(02\).pdf](http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/fm3-34.2(02).pdf), 2014.07.06.
16. <http://www.bosna.unas.cz/images/mapamin.jpg>, 2014.07.05.
17. [http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call\\_96-1\\_fig1961.gif](http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call_96-1_fig1961.gif)|||, 2014.06.30.
18. [http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call\\_96-1\\_fig2961.gif](http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call_96-1_fig2961.gif)|||, 2014.06.30.
19. [http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call\\_96-1\\_fig3961.gif](http://www.globalsecurity.org/jhtml/jframe.html#http://www.globalsecurity.org/military/library/report/call/call_96-1_fig3961.gif)|||, 2014.06.30.
20. [http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1\\_2\\_kinematika\\_mozgasok-leirasa.pdf](http://www.kalaszestigimi.hu/upload/fizika/1_2_kinematika_mozgasok-leirasa.pdf), 1. oldal. 2014.03.01.
21. <http://www.longwarjournal.org/images/Afghan-executedIED-attacks-ISAF-data-Aug2012-page.jpg>, 2014.07.28.

Laczik Balázs t. mk. szds.<sup>1</sup>

## A SPECIÁLIS MŰSZAKI TECHNIKAI ESZKÖZÖK FOGALMA, LEHETSÉGES CSOPORTOSÍTÁSA, A KATASZTRÓFÁK ELLENI VÉDEKEZÉS SZEMPONTJÁBÓL II.<sup>2</sup>

*A katasztrófák kárterületein az emberi élet és az anyagi javak mentése során számos szervezet közreműködik a kárelhárítási és kárfelszámolási feladatok végrehajtásában. Ezen feladatok végrehajtására a humán tényezőkön túl, a feladatok hatékony, gyors és szakszerű végrehajtásához elengedhetetlen a megfelelő műszaki-technikai eszközök rendelkezésre állása. A mentésben résztvevő szervezetek – az esetek többségében – saját szervezetükben meglévő (rendszerbe állított) eszközeikkel hajtják végre a hatáskörükbe tartozó feladatokat. A helyszínen felvonultatott eszközök száma, típusa – a résztvevő szervezetek szakmai sajátosságai miatt – igen eltérőek lehetnek. Cikksorozatomban második részében olyan – elsősorban a gazdasági társaságok által alkalmazott – csoportosítási rendszereket mutatok be, amelyek segítségünkre lehetnek a katasztrófavédelmi feladatokba bevont eszközök csoportosításához, rendszerezéséhez is.*

*Kulcsszavak: speciális műszaki technikai eszköz, katasztrófavédelem, kárelhárítás- kárfelszámolás*

### **DEFINITION OF THE SPECIAL TECHNICAL EQUIPMENT, THERE LIKELY CLASSIFICATION WITH REGARD TO THE PROTECTION AGAINST DISASTERS**

*In the area of disasters human life and property saving many organizations take part in the rescue and damage clean up responsibilities. The exercises are efficient, quick and professional are necessary to implement the appropriate technical equipment, instrument systems. The organizations involved in rescue – in most cases – with its assets set system is implemented within their competence tasks. In this part of my article, I show the technical equipment grouping methodologies at the economical companies.*

*Keywords: special technical equipment, disaster management, civil defense*

## BEVEZETŐ

Cikksorozatomban előző részében körbejártam a technika fogalomkörét, a technika fogalmának megközelítéseit, besorolásuk rendszerét. Mint azt láthattuk, az erre vonatkozó fogalmi meghatározások nem egységesek, az egyes forrásokban eltérő meghatározások találhatók. Ezek a fogalmi megközelítések túl általánosak a katasztrófák elleni védekezés sajátosságainak megfelelő egységes fogalmi rendszer kialakításához. Ebből adódóan arra a következtetésre jutottam, hogy az egységes – a technikai eszközöknek a katasztrófák kárterületén történő, rendeltetésalapú besorolásánál – a kárelhárításban résztvevő szervezetek által használt eszköz-csoportosítást és azok logikai felépítését kell figyelembe venni.

Ennek megfelelően e cikkben – a vizsgálatot tovább folytatva – áttekintem, hogy ezen eltérő elveket, besorolásokat miként lehet egymáshoz mindjobban közelíteni.

<sup>1</sup> Katonai Műszaki Doktori Iskola, E-mail: balazs.laczik@gmail.com

<sup>2</sup> Lektorálta: Dr. Kovács Tibor ny. mk. ezredes, E-mail: kovacs.tibor@uni-nke.hu



## TÁRGYI ESZKÖZÖK CSOPORTOSÍTÁSA A GAZDASÁGI SZERVEZETEKNEÉL

A katasztrófák elleni védekezésben, illetve a kárelhárításban résztvevő szervezetek technikai eszközeit (lásd. a cikksorozat első részét) különböző módon sorolják be. Ebben a fejezetben azt tekintem át, hogy a gazdasági társaságok milyen rendszert alkalmaznak e tekintetben nyilvántartásaikban.

A gazdasági társaságoknál alkalmazott műszaki technikai eszközöket a tárgyi eszközökhöz sorolják. Ezeknek a csoportosítása több szempont alapján történhet, attól függően, hogy a társaságon belül lévő szervezeti egység számára melyik a legkézenfekvőbb, a legalkalmazhatóbb, így a tárgyi eszközöket gazdasági, beruházási és nemzetgazdasági szempontok szerint is csoportosíthatják.

### **Tárgyi eszközök fogalma, tulajdonságai<sup>3</sup>**

A tárgyi eszközök fogalmi köre a vállalkozások, gazdasági társulások terén jelenik meg leginkább. Tárgyi eszköz alatt értendők az anyagi vagyontárgyak, melyek a gazdasági tevékenység megvalósulását biztosítják. Használat során alakjuk nem változik és rendeltetésük állandó. A tárgyi eszközök a vállalkozások mérlegében elsősorban, mint vállalati tőke jelenik meg. Mivel a tárgyi eszköz nyilvántartásának pénzügyi vonatkozásai is vannak, értékcsökkenésüket, amortizációjukat is figyelembe kell venni.

*„Tárgyi eszközök: olyan anyagi eszközök, amelyek közvetve vagy közvetlenül, tartósan, több termelési cikluson keresztül szolgálják a vállalat tevékenységét, a vállalati vagyon dologi formában megtestesülő részét jelentik”<sup>4</sup>*

Tárgyi eszközök közé általában az alábbiakat soroljuk:

- ingatlanok és kapcsolódó vagyoni értékű jogok;
- műszaki berendezések, gépek, járművek;
- egyéb berendezések, felszerelések, járművek;
- tenyészállatok;
- beruházások, felújítások;
- beruházásokra adott előlegek.

Tulajdonságaik:

- kettős amortizáció: technológiai avulás és/vagy fizikai kopás;
- anyaguk az előállított termékbe nem kerül bele (a katasztrófavédelem területén a termék maga a sikeres kárelhárítás, kárfelszámolás);
- értéke megjelenik az áru árában (katasztrófavédelem területén ez nem értelmezhető);
- meghatározzák a teljesítőképességet;
- kevésbé mobilak, nem tehetők könnyen pénzzé;
- beruházást igényelek;

<sup>3</sup> Forrás: <http://www.szentpeterv.hu/sites/default/files/filepicker/1/tananyag.doc>, Letöltés dátuma: 2014.08.23.

<sup>4</sup> Forrás: [http://penzugysziget.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=454&Itemid=183](http://penzugysziget.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=454&Itemid=183), Letöltés dátuma: 2014. 07. 09.

- jelentős költséggel járnak (karbantartás, üzemeltetés, stb.);
- értékük az elhasználódás arányában részletenként, költséggé avulva tér vissza.

### **Gazdasági alapú megközelítés**

A fent felsorolt tárgyi eszközök gazdasági szempontból az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- ingatlanok közé tartoznak a telkek, építmények, épületek, műtárgyak illetve a használatukhoz szükséges felszerelések;
- műszaki berendezések, gépek, járművek közé sorolhatóak a számítástechnikai eszközökön át a szállítóeszközökig minden;
- a beruházások azok a fejlesztések, melyek ingatlanok, gépek, berendezések létrehozásával, vásárlásával kapcsolatosak, de még nem helyezték üzembe őket;
- a tárgyi eszközök alapján határozzák meg egy vállalat termelésének műszaki-technikai színvonalát, a termék (produktum) minőségét és a munkaerő termelékenységét (hatékonyságát). A katasztrófák elhárítása során a termelés nem értelmezhető, nincs kézzel fogható termék, illetve a termék közvetett, a károk felszámolása, eszkalálódás megelőzése stb. mely nagyban függ a bevetett eszközök alkalmasságától és befolyásolja a beavatkozók (munkaerő) hatékonyságát.

A tárgyi eszközök mindig jelentőst beruházást igényelnek, a bővítésük, cseréjük, üzemeltetésük jelentős műszaki-gazdasági előkészítést igényel. Az új technikai fejlesztések nem csupán az új eszközök beszerzésével jár, az azokat kezelő személyeknek, dolgozóknak a szükséges ismeretekkel rendelkezni kell a működtetésükre.

### **Beruházás alapú megközelítés<sup>5</sup>**

A beruházások célja a gazdasági társaság képességeinek javítása, termelékenységének fokozása, a termék minőségének növelése. A beruházások jelentős gazdasági erőforrásokat igényelnek a vállalat részéről. A beszerzésre váró eszközök üzemeltetéséhez szükséges feltételeket lehetőségekhez mérten még a beszállítás előtt meg kell teremteni. Az előkészítéshez szükséges erőforrások, tevékenységek függenek a beruházás céljától, nagyságától és tulajdonságaitól. A beruházások a gazdasági társaságok életében nem a napi rutinfeladatokhoz tartoznak, egyedi feladatokként kell őket kezelni! Ilyen egyedi feladat lehet az új telephely létesítése, új műszaki eszköz beszerzése, rendszerbe állítása, alkalmazási feltételeinek a megteremtése, stb.

„Beruházás alapon” az alábbiak szerint lehet csoportosítani a tárgyi eszközöket:

- 1.) Nagyságrend szerint:
  - a. Mikro (<1 MFt.);
  - b. Kis (<10 MFt.);
  - c. Közepes (10 – 50 MFt.);
  - d. Nagy (50 – 300 MFt.);
  - e. Kiemelt (>300 MFt.).

---

<sup>5</sup> Dr. Roóz József, Dr. Heidrich Balázs – Vállalati gazdaságtan és menedzsment alapjai, Budapesti Gazdasági Főiskola, egyetemi jegyzet 2010. Forrás: URL: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0007\\_c1\\_1054\\_1055\\_1057\\_vallalatigazdtan\\_scorm/i\\_resz\\_RBWOoXzMSgpxfba.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0007_c1_1054_1055_1057_vallalatigazdtan_scorm/i_resz_RBWOoXzMSgpxfba.html), Letöltés: 2014. 08. 28.

- 2.) Gazdasági alanyok szerint:
  - a. Kormányzati;
  - b. Önkormányzati;
  - c. Vállalati;
  - d. Háztartási.
- 3.) Finanszírozás módja szerint:
  - a. Önfinszírozás saját forrásból;
  - b. Kölcsönből;
  - c. Hitelből;
  - d. Költségvetési támogatásból;
  - e. EU-s pályázati keretből;
  - f. Vegyes forrásból.
- 4.) Szerep szerint:
  - a. Alapberuházás (közvetlenül szolgálja a cél megvalósulását);
  - b. Járulékos beruházás (az alapberuházás rendeltetésszerű működését segíti elő);
  - c. Kapcsolódó beruházás (szükséges az alapberuházáshoz, de más szervezet fejlesztésére irányul).
- 5.) Fajtája szerint:
  - a. Pótló (elhasználódott eszközök helyettesítése);
  - b. Bővítő (nyereségből megvalósuló fejlesztés, addig nem rendelkezésre álló eszköz beszerzése).
- 6.) Jellege szerint:
  - a. Termelő jellegű;
  - b. Nem termelő jellegű.
- 7.) Műszaki összetétele szerint:
  - a. Gép;
  - b. Berendezés;
  - c. Építmény.

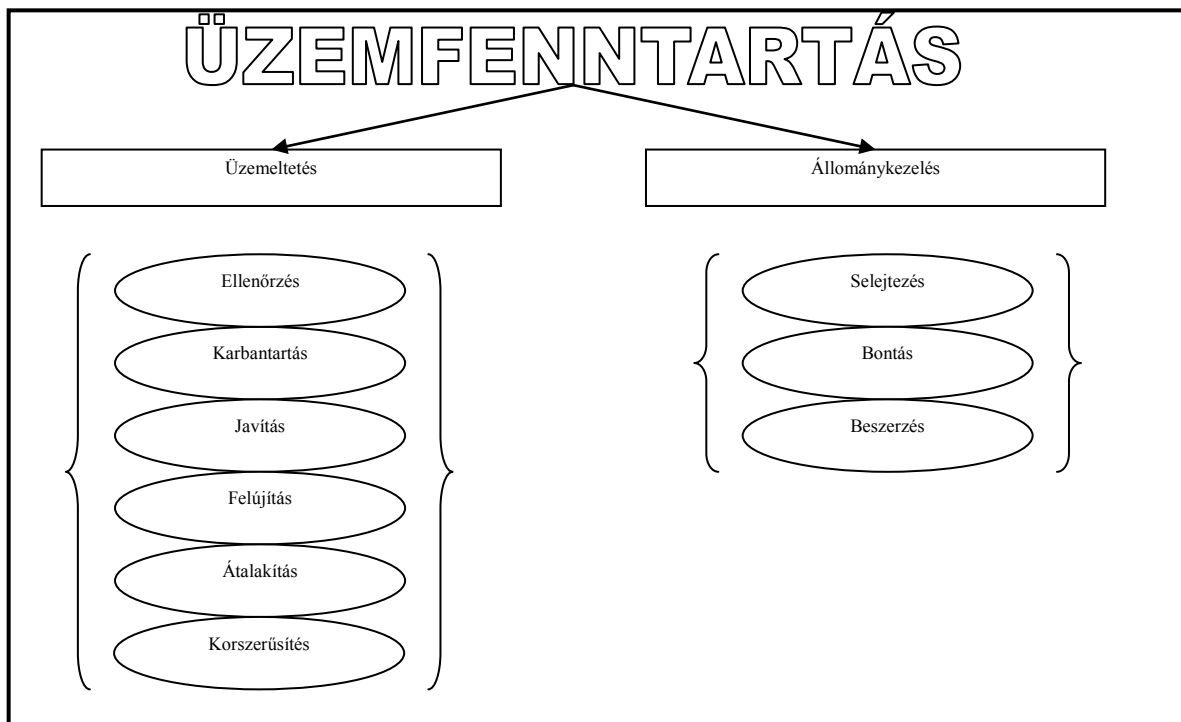
A tárgyi eszközök beruházás alapon történő csoportosítása a költségek megtervezése érdekében kiemelt szerepet játszik a vállalatok gazdasági szakterületein. A katasztrófák elhárításában résztvevő szervezeteknél, más civil szervezetekhez hasonlóan a beruházás alapú csoportosítást a megelőzés időszakában alkalmazzák.

### **Karbantartás alapú megközelítés**

A karbantartás alapú megközelítés elsősorban a tárgyi eszközök hosszútávú alkalmazásánál, az üzemképesség fenntartása szempontjából jut kiemelt szerephez. A karbantartás alapú megközelítéshez meg kell vizsgálni az üzemfenntartás funkcióját, alapvető formáit.

Az üzemfenntartás rendeltetése a tárgyi eszközök működésének folyamatos biztosítása és az üzembiztos műszaki állapot szinten tartása. A gazdaságos működtetéshez a tárgyi eszközöket karban kell tartani, működőképességüket meg kell őrizni, hogy a befektetett anyagi ráfordítást ki tudják termelni és a termelés folyamatossága biztosított legyen.

Az üzemfenntartás formáit és azok egy lehetséges csoportosítását az alábbi ábra szemlélteti:



1. ábra – Az üzemfenntartás formái<sup>7</sup>

Az üzemfenntartás célja a befektetett anyagi erőforrások gépekben és berendezésekben megtestesülő értékének megőrzése a lehető leghosszabb időtartamig. Az üzemfenntartás célja továbbá a váratlan üzemzavarok kiküszöbölése és ez által a termelés kiesésének megelőzése. Napjainkban egyre nagyobb figyelmet fordítanak a környezetvédelmi előírások betartására. Mindezekon túl, az üzemeltetés során a felmerülő költségeket minimalizálni szükséges a gazdasági szempontból leghatékonyabb működtetés érdekében.

A fenntartás alapvetően három részre osztható (ez a vállalat gazdasági-anyagi helyzetétől, kapacitásától, profiljától és lehetőségeitől, a rendelkezésre álló műhely felszereléstől, stb. függ). Különválaszthatunk szükség szerinti karbantartásra épülő, tervszerű megelőző karbantartáson alapuló, illetve műszaki állapotvizsgálat alapján végzet fenntartást.

Fontosnak látom tisztázni, a javítás és a karbantartás közti különbséget. Például ha egy főtengely csapágya elérte a futáspontosságának tűrési határát, akkor karbantartás keretében cserélik a csapágyat (megelőzve a későbbi hibák kialakulását). Ha a csapágy annyira elkopik, hogy a főtengely a használat során tönkremegy, vagy törés következik be és a gép leáll, az már a javítást, a szerkezeti elemekben következett hibák kiküszöbölését jelenti.

Szükség szerinti karbantartásra épülő fenntartásról akkor beszélünk, amikor az eszközt addig használják, amíg az meg nem hibásodik, és az munkavégzésre alkalmatlanná válik. Ezt követően a hibát kijavítják, illetve ennek keretében a szükséges karbantartási munkálatokat is elvégzik (sajnos sok esetben ez utóbbi nem történik meg). Ez az eljárás lényegében „tűzoltás”, főleg akkor, ha a hiba elhárítása mellett nem történik meg az eszköz karbantartása, ami újabb és újabb hibák forrását jelenti. A meghibásodás ebben az esetben váratlanul következik be,

<sup>7</sup> Saját készítésű ábra.

azonban előnye, hogy az egyes alkatrészek az elhasználódás határáig kihasználhatók. Hátránya, hogy a javítással járó leállás előre nem ütemezhető, ezért a termelésből való kiesés hosszabb (ha nincs a szükséges alkatrész raktáron, a beszerzés miatt elhúzódhat). A váratlanul bekövetkező meghibásodások időben fel nem ismerése további meghibásodásokat eredményezhet.

Tervszerű megelőző karbantartás (továbbiakban: TMK) az, amikor jól mérhető paraméterekhez kapcsolódik a gép, a berendezés javítása. A TMK megvalósítására az alábbi esetekben kerülhet sor:

- jogszabályban rögzített felülvizsgálatot megelőzően;
- naptári időszakhoz kötötten;
- használati idő, üzemóra szerint;
- műszaki paraméterek alapján (ehhez rendszeres állapotfelmérésekre van szükség).

Mindegyik esetben általános cél a hiba feltárása, kiküszöbölése és a gép működőképességének lehető legteljesebb visszaállítása. A TMK munkafázisai között szerepelnek szerkezeti és pontossági vizsgálatok is. A karbantartás célja a működőképességének megőrzése és a hibák elkerülése. A karbantartások lehetnek kis, közepes és nagy karbantartások.

A karbantartások alatt értem azokat a feladatokat, melyeket a kezelő, a gépet működtető személyzet használat előtt végrehajt illetve a gépkönyvekben meghatározott valamilyen ismérv alapján (üzemóra, futott kilométer) végrehajtott művelet. A javítás alatt értem, amikor a gép, berendezés alkalmazása során konkrét hiba merül fel és a hiba-jelenség megszüntetése érdekében a gépet, berendezést műhelybe szállítják és elvégzik a szükséges munkálatokat. Összegezve a karbantartás egy működőképes gépen történik, míg a javítást egy konkrét hiba előzi meg és ezzel kapcsolatosan hajtják végre az adott munkafolyamatot.

A javítás idejét a gép, berendezés bonyolultsága határozza meg. A TMK végrehajtása során az adott gép, berendezés korszerűsítését is végre lehet hajtani, illetve ebbe beletartozhat a teljes körű felújítás is.

A felújítás a legköltségesebb karbantartási forma. Ennek során a gép átfogó, általános javítása, generáljavítása valósul meg. A felújítás a gép teljes szétszerelését és a gyári újat megközelítő állapot elérését célozza meg. A TMK végrehajtása mellett is előfordulhatnak meghibásodások, melyek szükségzerű azonnali karbantartási, javítási munkákkal járnak!

A legkorszerűbb és leggazdaságosabb üzemfenntartási stratégia a műszaki állapotfelméréshez kötött karbantartás. A diagnosztikai műszerek technikai fejlődésének köszönhetően korszerű műszerekkel egy gép, berendezés műszaki állapota jól felmérhető. A gépek, berendezések állandó vagy időközönkénti megfigyelése, állapotfelügyelete teremti meg a műszaki állapotfelméréshez kötött karbantartás alapját. A megfigyelés illetve az állapotfelügyelet során az ideiglenesen vagy állandóan csatlakoztatott diagnosztikai műszerek eredményeitől teszik függővé a gép, berendezés karbantartását. A modern technikának köszönhetően ez által szétszerelés nélkül is nagy bizonyossággal megmondható az egyes alkatrészek elhasználódásának mértéke, melynek fényében pontosan beütemezhető a karbantartási munka és az azzal járó leállás, kiváltás stb. A rendszeres állapot-vizsgálatoknak köszönhetően a

vératlan meghibásodások száma csökkenthető és az ezekkel járó kiadások is számottevően alacsonyabbak lehetnek. A nagyjavítások közötti ciklus idők kitolhatók, ezáltal a nagyjavítások száma csökken, ami szintén költségmegtakarításhoz vezet.

Az állapotfelméréshez kötött karbantartás alapú üzemeltetés során a javításokhoz szükséges alkatrészek raktározása optimálisan biztosítható és a javítások is előretervezhetővé válnak. A TMK-val szembeni nagy előnye, hogy a gépleállás illetve az egyes alkatrészek cseréje valóban csak indokolt esetben történik meg.

Az üzemfenntartás során az alábbi fogalmakkal, meghatározásokkal találkozhatunk.

A **javítás** a használat során történő sérülés, gyártási vagy tervezési hibák, illetve a természetes elhasználódás miatt szükségessé váló javítási útmutató alapján végzett műszaki beavatkozás a működőképesség helyreállítása érdekében.

**Felújításról** beszélünk, ha a cél a nagy értékű, vagy nehezen pótolható gépek és berendezések élettartamának meghosszabbítása és megbízhatóságának közel eredeti szintre hozása az egyes fődarabok cseréjével illetve a műszaki paraméterek gyári értékeinek helyreállításával. Ebben az esetben a berendezés, az új eszközzel közel egyenértékűvé válik.

Jellemzői:

- teljes szétszerelés, minden alkatrész állapotfelmérése és összeszerelés új, felújított vagy visszaépíthető (megengedett gyártóművi előírásokon belüli) alkatrészből;
- rekonstrukciós tevékenység, jelentős anyagi beruházással jár és ezzel arányosan az eszköz értéke is növekszik.

A tárgyi eszközök gazdasági társaságoknál töltött „életútjuk” végét a selejtezés jelenti. A **selejtezés** egy komplex tevékenység, ahol mind a gazdasági mind a műszaki szempontokat figyelembe kell venni és mérlegelni. Az elhasználdott berendezést vagy gépet – ha a gazdasági és/vagy műszaki szempontok ezt alátámasztják – az üzemből kivonják.

**Műszaki** szempontokkal alátámasztott selejtezésről akkor beszélünk, ha a gép vagy berendezés gyakran hibásodik meg, működtetése gazdaságtalan.

**Gazdasági** szempontokkal alátámasztott selejtezésről pedig akkor beszélünk, ha az amortizációs kulcs<sup>8</sup> leírása szerint az eszköz nettó értéke „0”, amelyet eszmei értéken tartanak nyilván.

A selejtezett gépek, berendezések **bontásának** végrehajtását ma már kevés gazdasági szervezet engedheti meg magának, az ezzel járó eszközpark illetve anyagi források hiánya miatt. A bontási műveletet sok gazdálkodó szervezet saját keretei között oldja meg, az üzemeltetésből végleg kivont gépek, berendezések szakszerű szétszerelése során a későbbi üzemeltetés szemszögéből értékes alkatrészek, anyagok nyerhetők ki.

A selejtezés következtében az eszközparkokban fellépő hiányosságokat pótolni kell a szervezet képességeinek megőrzése céljából. A beszerzés (pótlás) a műszaki és gazdasági szempontok alapján beszerzésre kerülő új, korszerűbb gépeket és berendezéseket takarja.

---

<sup>8</sup> Az amortizációs kulcs az évi értékcsökkenési leírás összege a tárgyi eszköz bruttó, vagy nettó értékének %-ában kifejezve.

A karbantartás alapú megközelítés a katasztrófavédelem szervezetei számára elsősorban nem a mentés, hanem a megelőzés időszakában lehet fontos. A gépek, berendezések karbantartása jelenleg a korlátozott anyagi források miatt szükség szerinti javításokon alapul illetve megfigyelhető még a műszaki állapotfelméréshez kötött karbantartás is.

### **Építőmérnöki alapú megközelítés**

Az építőiparban alkalmazott gépek, berendezések rendeltetése, funkciója szerteágazó. A munkagépek, felszerelések és járművek csoportosítása feladat-központú, a velük végrehajtható feladatokon alapul. Az alábbiak jól szemléltetik az építőmérnöki alapú megközelítést, mely jó példája a funkció alapon nyugvó csoportosításnak:

- *építőipari gépek*: homlokrakodók, buldózerek, úthengerek, dömperek, kotrók, aszfaltozók;
- *önjáró farakodó daruk*: rakodógépek, rakodódaruk, emelő platformok;
- *targoncák*: tolóoszlopos targoncák, emelő targoncák, villástargoncák;
- *emelők és állványok*: kőműves állványok, ollós emelő kosarak, önjáró munkaállványok, felvonók, teleszkópos kosárral ellátott gépek;
- *daruk*: autódaruk, mobil daruk, terepdaruk, toronydaruk;
- *strukturális és építőmérnöki berendezések*: árokásó gépek, betonszivattyúk, mixerek, áramfejlesztők, pumpák, döngölők;
- *városrendező gépek*: téli karbantartó eszközök, utcaseprő gépek, erdészeti gépek, kotrógépek, téli karbantartó eszközök;
- *újrahasznosítás, hulladékgazdálkodás*: osztályozógépek, törőgépek, prések, darabolók, darálók, mágneses emelők;
- *mezőgazdasági gépek*: traktorok, szecskázók, kombájnok, trélerok, bálázók, rendforgatók, trágyázók, kultivátorok, ekék, boronák, vetőgépek.

Az építőipari gépek csoportosításának logikája a katasztrófák elleni védekezés során a mentés időszakában tűnik a legkézenfekvőbbnek, mivel a funkcionalitások figyelembevételével egyértelmű csoportok alkothatók. Természetesen ennek a logikai rendnek katasztrófavédelmi használhatóságához be kell építeni más szemléletet képviselő logikai elemeket is.

## **A TECHNIKA RENDSZER-SZEMLÉLETŰ MEGKÖZELÍTÉSE**

Az előzőekben áttekintettem a tárgyi eszközök, gépek, berendezések csoportosíthatóságát, illetve azok logikai rendszerét a civil szférában használt nomenklatúrák alapján. A továbbiakban a technika rendszer-szemléletű megközelítését kívánom görcső alá venni, melynek végrehajtása a későbbiekben megalapozza a műszaki technikai eszközök fogalmi rendszerének kialakítását, egységesítését.

A technika a természettel és a társadalommal együtt alkotja az emberi környezetet. Az ezzel kapcsolatos tudományok, ismeretek egymásra épülnek és egymástól elválaszthatatlanok. Az emberi környezet tehát elválaszthatatlan technikai eszközöktől, melyeknek a további

társadalmi fejlődésben jelentős szerepük lesz. A technika támaszkodik a *múlt és a jelen* vívmányaira és az azokat összefoglaló műszaki tudományokra.

A *társadalomismeret* elengedhetetlen ahhoz, hogy a társadalmi igények felismerhetők legyenek és a változások, fejlesztések, a megjelenő új igények kielégítése megtörténjen.

A *természettudományok* fejlődése és elméleti eredményeinek gyakorlati hasznosítása a technikán keresztül valósul meg. Az elméleti eredmények gyakorlatban való felhasználása teszi a megvalósíthatatlannak tűnő elképzeléseket megvalósíthatóvá.

A technika nem egyszerűen alkalmazza a más tudományokban elért eredményeket, hanem tudatosan, meghatározott funkciójú mű létrehozása érdekében rendszerbe helyezi és felhasználja az ismereteket. A technika rendeltetése a társadalomnak vagy az egyéni célnak megfelelő tudatos alkotás létrehozása.

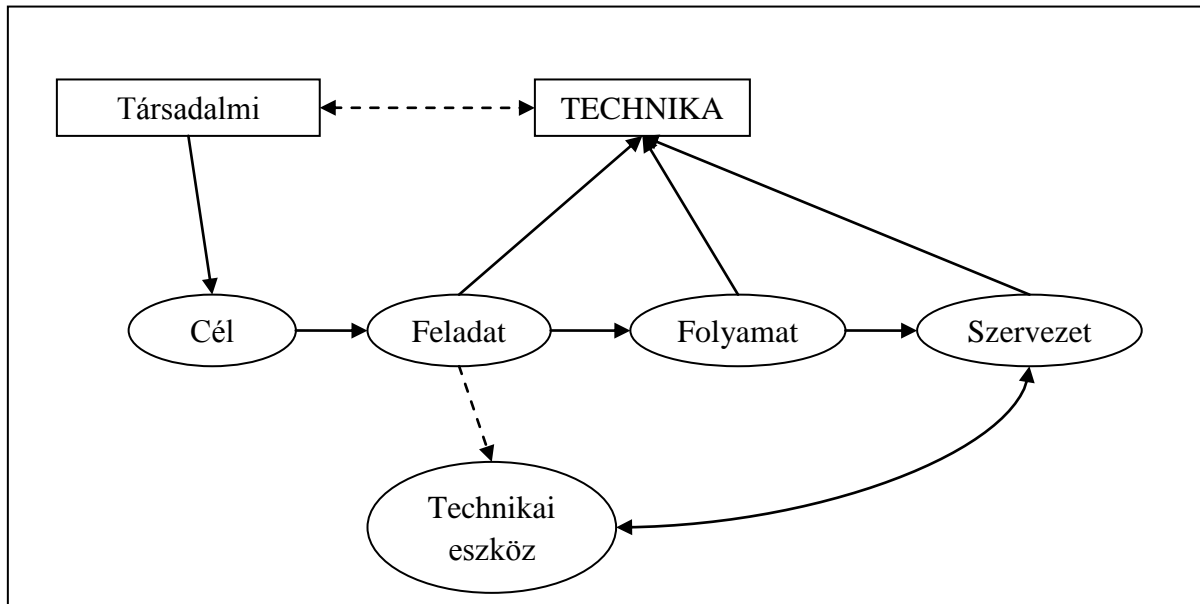
Mivel a technikaismeret a mesterséges környezettel, az új alkotásával, építéssel és fejlesztéssel foglalkozik, önálló alapelvekkel is rendelkezik. A technika sajátos alapelvei az alábbiak:

- *célorientáltság*: rámutat arra, hogy egy adott technikai eszköz létrejöttének milyen célja, oka van és a technikai eszköz létrejötte milyen megoldandó probléma megoldására ad választ.
- *tervszerűség*: azt jelenti, hogy a probléma és az eszköz ismeretének tudatában hogyan kell megtervezni azt az utat, amelyen át az eszköz elkészítéséhez eljutunk. Egyszerűsített esetben ezt feladatmegoldásnak nevezhetjük.
- *gazdaságosság*: azt a szükségszerűséget fejezi ki, mely szerint a mai kimerülő erőforrásokat mutató világban a cél eléréséhez szükséges út bejárásához milyen elégséges mennyiségű és minőségű erőforrásokat kell biztosítani.
- *szervezettség*: az előző szempontokat áttekintve láthatjuk, hogy a kitűzött utat az egyén (az esetek többségében) nem képes egyedül végigjárni, a megvalósítás kisebb-nagyobb kollektívát, csoportot igényel. A csoportmunka növeli a hatékonyságot, amennyiben megfelelően kerülnek koordinálásra a feladatok és azok felügyelete is megszervezésre kerül.
- *rendszer szemlélet*: azt a jól körülhatárolható mozgásteret jelenti, amelyben minden technikai eszköz a cél, a feladat, a folyamat és a szervezet egységében, azaz egy adott rendszerben, annak feltételei mellett látja el feladatát. Ebből adódóan a technikai eszköz létrehozásánál (beszerzésénél) azt kell vizsgálnunk:
  - hogy annak megvalósításával milyen célt kívánunk elérni;
  - ehhez milyen feladatot (-kat) kell végrehajtanunk;
  - a feladatot milyen folyamatokon keresztül valósíthatjuk meg;
  - a technikai eszközt – a legeredményesebb munka érdekében – milyen szervezeti keretek között működtetjük.

A technikai eszköz, valamilyen alkotó-kutató tevékenység eredményeképp létrehozott mesterséges eszköz, amely megfelel a már említett alapelveknek. Az alábbi ábrán



szemléltetem a technika kapcsolódását a végrehajtandó feladatokhoz kötötten szemléltetem a végrehajtásért felelős szervezetekhez, eszközökhöz.



2. ábra – A technika kapcsolatrendszere<sup>10</sup>

A társadalmi igények vizsgálata során megfogalmazhatók azok a célok, melyek ezeket az igényeket kielégítik. A célok eléréséhez végre kell hajtani bizonyos feladatokat, melyekhez sajátos folyamatok tartoznak. Ezek az egyes feladatok megoldásához tartozó folyamatok, illetve a feladatok sorrendben történő végrehajtásának folyamatát takarják. A feladatok és folyamatok végrehajtását a szervezetekhez lehet kötni. Az eszközök az egyes szervezeteknél találhatók, az eszközökkel az egyes szervezetek alaprendeltetésükkel kapcsolatos feladatellátáshoz megfelelően rendelkeznek. A feladatok tükrében meghatározhatók azok a szervezetek, melyek, alkalmasak a végrehajtásukra és rendelkeznek a szükséges erőforrásokkal.

Az előzőekben már szó volt arról, hogy a technika fogalmi megközelítését a társadalmi igények befolyásolják, az pedig a hozzá kapcsolódó tudományágakon keresztül hatással van a végrehajtandó feladatokra. A feladatok eredményes és hatékony végrehajtásához be kell tartani a technika kiszolgálása, üzemeltetési szabályai által meghatározott folyamatokat, amelyhez egységes, célorientált besorolásuk mielőbb szükséges.

## ÖSSZEGZÉS

Cikksorozatomban ebben a részében a műszaki gépek, berendezések csoportosítását vizsgáltam több, más – elsősorban a gazdasági életben használt – megközelítésből. Ezen csoportosítások többsége egészen más logikát alkalmaz, mint amit a katasztrófaelhárításban résztvevő hivatásos szervezetek használnak.

A gazdasági szervezeteknél elsősorban a termelési szempontok dominálnak. A beruházás alapon történő csoportosításnál a ráfordított összeg, annak forrása. A karbantartás alapú megközelítés szintén a ráfordított összeg, az eszköz működőképességének minél további

<sup>10</sup> Szerkesztette: a szerző.

fenntartása. A katasztrófa-elhárítási feladatok végrehajtásához leginkább az építőmérnöki megközelítés kapcsolható, amely a funkcionalitás szemszögéből csoportosít.

A bemutatott csoportosítások mindenképpen hasznosak a katasztrófaelhárítási feladatokat végrehajtó hivatásos szervek, szervezetek számára, azonban ezek leginkább a megelőzés időszakában, a feladat végrehajtási képesség fenntartásában játszanak nagyobb szerepet.

A fentiekből adódóan cikksorozatomban harmadik részében azt kívánom vizsgálni, hogy a nemzetgazdaságban alkalmazott, a technikához kapcsolódó besorolások – különös tekintettel az építőmérnöki besorolásra – miként alkalmazhatóak a katasztrófák elleni védekezésben részt vevő hivatásos szervezetek egységes, a védekezés specifikumait mindjobban szem előtt tartó nyilvántartás kialakításánál.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Dr. Roóz József, Dr. Heidrich Balázs – Vállalati gazdaságtan és menedzsment alapjai, Budapesti Gazdasági Főiskola, egyetemi jegyzet 2010. Forrás: URL: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0007\\_c1\\_1054\\_1055\\_1057\\_vallalat\\_igazdtan\\_scom/i\\_resz\\_RBWOoXzMSgpxfba.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0007_c1_1054_1055_1057_vallalat_igazdtan_scom/i_resz_RBWOoXzMSgpxfba.html), Letöltés: 2014. 08. 28.
2. Polák József – Járműfenntartás, egyetemi jegyzet, Széchenyi István Egyetem, 2006.
3. Szent István Egyetem Alkalmazott Bölcsészeti Kar Testnevelési és Természettudományi Szak Dr. Gedeon László, Váczi Gyula – Technika 2010 egyetemi jegyzet. Forrás: URL: [http://www.jfk.szie.hu/files/docs/ttt/gedon-laszlo\\_vaczi-gyula\\_technika.pdf](http://www.jfk.szie.hu/files/docs/ttt/gedon-laszlo_vaczi-gyula_technika.pdf), Letöltés: 2011. december 12.
4. Forrás: <http://www.szentpeterv.hu/sites/default/files/filepicker/1/tananyag.doc>, Letöltés dátuma: 2014.08.23.
5. Forrás: [http://penzugysziget.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=454&Itemid=183](http://penzugysziget.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=454&Itemid=183), Letöltés dátuma: 2014. 07. 09.

Kovács Zoltán<sup>1</sup>, Szabó Sándor<sup>2</sup>

## IMPROVIZÁLT ROBBANÓESZKÖZÖK HATÁSAI ELLEN TÖRTÉNŐ VÉDELEM „DEFENCELL” KÉSZLETTEL<sup>3</sup>

*A 20. század második felétől elterjedtebbé váló ún. „aszimmetrikus hadviselés” semmilyen normát, szabályt, megkülönböztetést nem ismer; nem előzi meg sem hadüzenet, sem tárgyalás; nem akkor, nem ott, nem azokkal az eszközökkel és nem azok ellen a célpontok ellen vívják, ami ellen, amikor, ahol, ahogy, amivel „normális” esetben egy korábbi háborút. A szembenálló felek hadikultúrája, katonai potenciálja, haditechnikai és technológiai színvonala élesen eltér egymástól: egy gerillaharcot folytató gyengébb fél állhat szemben akár egy szuperhatalommal vagy szövetséggel. Írásunkban az aszimmetrikus hadviselés egyik eszköze, a „háziagos készítésű” vagy improvizált robbanóeszköz stacioner célpontok ellen történő alkalmazásakor a védekezéshez, a károk csökkentéséhez felhasználható néhány technikai megoldást mutatunk be.*

*Kulcsszó: terrorizmus, improvizált robbanóeszköz, aszimmetrikus hadviselés, robbanás*

### **PROTECTION AGAINST IED EFFECTS WITH “DEFENCELL” SYSTEM**

*Assymetric warfare widespread from the beginning of 20<sup>th</sup> century has no rules, normatives and distinction. There are no proclamation of war and negotiation, the place, timing, equipment and targets are different than in “normal” warfare. Opposite forces are also different: military culture, military potential, equipment and technology sharply differ. A weaker part fights guerilla warfare against a super power state or alliance. In this article we present some technical solution may be used during counter explosive device activity for protection of static targets.*

*Keywords: terrorism, improvised explosive device, assymetric warfare, explosion*

## BEVEZETÉS

Az improvizált robbanóeszközök (IED) olyan „háziagosan készített”, tehát nem üzemi körülmények között gyártott, előállított eszközök, amelyek a pusztító hatásukat a robbanás hatóerejével, az egészségre ártalmas vegyi, biológiai anyagokkal, pirotechnikai eszközökkel, vagy gyújtóhatású anyagok segítségével érik el.

A szerkezeti felépítésük általában kezdetleges kialakítású, de csak a készítő kreativitása és a rendelkezésére álló vagy beszerezhető anyagok, alkotórészek mennyisége és technológiai színvonala határolja be az eszköz bonyolultságát és korszerűségét. Mérete a gyufásdoboznyitól akár a teherautó nagyságúig is terjedhet, függően a rombolni vagy megsemmisíteni kívánt célponttól és az elérendő hatástól. Egyetlen konkrét személy likvidálásához elegendő lehet egy „levélbomba” is, egy épület vagy komolyabb létesítmény elleni pusztítóbb merénylethez pedig akár többtonnás robbanótöltet szükséges.

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu

<sup>3</sup> Bírálta: Prof. Dr. Padányi József dandártábornok, E-mail: padanyi.jozsef@uni-nke.hu

Az IED lehet mobil telepítésű, illetve helyhez kötött. Előbbi esetben a robbanóeszközt juttatják el valamilyen módon a statikus célponthoz (pl. egy épület), vagy a célpont közelébe, míg az utóbbi esetben azt többnyire megfigyelt szerkezetként a merénylő által indítva akkor következik be a detonáció, amikor a mozgó célpont (pl. egy katonai konvoj járműve) ideális távolságra közelítette meg a szerkezetet.

Az IED alapvető részét képezi a robbanóanyag töltet, a töltet iniciálását biztosító detonátor és a detonátor működését kiváltó indító mechanizmus. Az előbbieken túl a robbanóeszköz kiegészítő részei lehetnek még az áramforrás, az időzítő berendezés vagy a hatásfokozó repeszek, illetve a rejtést biztosító valamilyen álcázó burkolat.

Az IED indítása, működtetése többféle mechanizmussal történhet. Általánosságban elmondható, hogy a leggyakoribbak a különböző mechanikus „szerkezetek”, amelyek húzásra, teherelvétele, nyomásra, elmozdításra reagálnak, tehát a célpont valamilyen közvetlen behatására, fizikai kontaktus esetén működtetik a robbanóeszközt. Ezzel ellentétben az időzítő szerkezetek (óráművek, elektronikus-, biológiai-, kémiai időzítők) a korábban meghatározott és beállított időtartam elteltével, a célpont behatásától, közelségétől, stb. függetlenül, önállóan működtetik el a robbanóeszközt. Az irányított működtetésű IED-k általában elektromos vezetéken keresztül vagy vezeték nélküli rádióvezérléssel, a merénylő által a legalkalmasabb időpontban kiadott indítójelre reagálnak. Az irányított működtetés speciális változata, amikor a merénylő önmagát is feláldozva „öngyilkos merénylőként” indítja el a robbanóeszközt.

## Az IED alkalmazása

A katonai célok elleni IED támadás leginkább a kisebb erejű célpontok ellen történik. A leginkább veszélyeztetettek lehetnek a katonai járőrök, konvojok és ellenőrző-áteresztő pontok. Néhány esetben katonai táborok, létesítmények ellen is követnek el robbantásos merényletet, illetve a polgári kormányzati- és középületek is célponttá válhatnak.

Statikus célpontok ellen (pl. katonai tábor, épület, létesítmény, stb.), amikor nagyobb tömegű robbanóanyag szükséges a romboláshoz, valamilyen járműre szerelt, abban elrejtett IED-t alkalmaznak (VBIED)<sup>4</sup>, és igyekeznek vele a lehető legideálisabb közelségbe kerülni vagy bejuttatni azt a célként kiválasztott objektum területére. Attól függően, hogy milyen jellegű a létesítmény szerkezete, mennyire közelíthető meg és mekkora károkat terveznek okozni, különböző típusú és nagyságú járműveket használhatnak. Leggyakrabban személygépkocsit vagy kisteherautót alkalmaznak VBIED-ként, melyben többszáz kilogrammnyi tömegű robbanóanyag rejthető el.

A robbanás kiváltása a fentebb már említett módokon történhet: lehet időzített, valamint parancsindítású, ami szinte kizárólag vezeték nélküli rádióvezérléssel történik, vagy öngyilkos merénylő által indítva (SVBIED).<sup>5</sup> Előbbi esetekben a járművet a célpont közelében hagyják, és a beállított időpontban vagy a kiadott rádiójelre robban az eszköz, az utóbbi esetén a merénylő vezeti a járművet és közelíti meg a célpontot, majd különböző kapcsolók segítségével elműködteti a robbanóeszközt. Járműben elhelyezett robbanóeszköz (VBIED, SVBIED) áruló

<sup>4</sup> Az angol Vehicle Born IED kifejezésből rövidítve: VBIED.

<sup>5</sup> Az angol Suicide Vehicle Born IED kifejezésből rövidítve: SVBIED.

jelei lehetnek a férfi járművezető, aki egyedül van a járműben, kapkodó, ideges a vezetési stílusa; a jármű túlterheltnek tűnik, festett (függönyözött) (hátsó) ablakai vannak; régebbi jármű, de újnak tűnő gumiabroncsai vannak; hiányzik a rendszámtáblája; túl nagy vagy éppen túl kicsi a sebessége (lassítja a konvojt és lépésben halad).

A katonai konvojok, mint mozgó célpontok ellen szinte minden egyes működtető mechanizmussal ellátott IED alkalmazható. Leggyakrabban a nyomásra működő mechanikus indító berendezéssel rendelkező, illetve a vezetékes vagy rádióvezérléses parancsindításra működő IED jelenti a fenyegetést. A nyomásra működő robbanóeszközt alapvetően az útpadkán vagy a szemközti forgalmi sávok között elhelyezkedő területen, a felszín alatt rejtik el, ahol nincs szilárd burkolat, az IED beásható, könnyen álcázható. Az ilyen eszköz nyomáskapcsolója pedig az útpályán vagy az alatt van elrejtve. Esetenként előfordul, hogy az IED robbanótöltete is a pályatest alatt van elhelyezve, amit legkönnyebben földutak esetén lehet alkalmazni, mivel a felszíni nyomok álcázása egyszerűen megvalósítható. Amennyiben elegendő idő és erőforrás áll rendelkezésre, a hatékonyabb rejtés érdekében a szilárd pályaburkolattal rendelkező utak esetén is alkalmazzák ezt a telepítési módszert, amikor oldalirányból ásnak egy üreget az IED számára, az útburkolatot nem bontják meg, a telepítést követően az üreg nyílását és (WCIED esetén) a vezetékeket gondosan álcázzák.

A nagyobb veszteségokozás érdekében gyakori, hogy több robbanóeszköz van sorban összekötve, amelyek azonos időben lépnek működésbe, így a konvoj több járművét képesek megrongálni egyszerre. Az ilyen robbanóeszköz telepítése igen hosszú időt igényel, a működtetése pedig általában parancsvezérléssel, főleg rádió távirányítással történik, hogy a megfelelő időpontban és a megfelelő célpont esetén következzen be a detonáció. Ezt a módszert elsősorban a „kiemelt jelentőségű”, pl. VIP-szállító, vagy fontos logisztikai utánpótlást szállító konvojok ellen alkalmazzák. Az elkövetett robbantásos cselekmények tapasztalatait alapul véve, általánosságban elmondható, hogy IED támadásra elsősorban azokon az útvonalakon lehet számítani, ahol jó rálátása van a merénylőnek a tervezett robbanás helyére; van menekülő útvonal az indítást/megfigyelést végzőnek; a terep nehezen járható és (terep)akadályok vannak az IED és a gyűjtőhely között.

## Az IED elleni védelem

Az improvizált robbanóeszközök elleni védelem (C-IED)<sup>6</sup> egy komplex rendszert alkot, amelynek három fő eleme a terrorhálózat gyengítése, megbontása; a robbanóeszerkezet semlegesítése; valamint a védelemben résztvevő személyi állomány felkészítése a feladatokra.

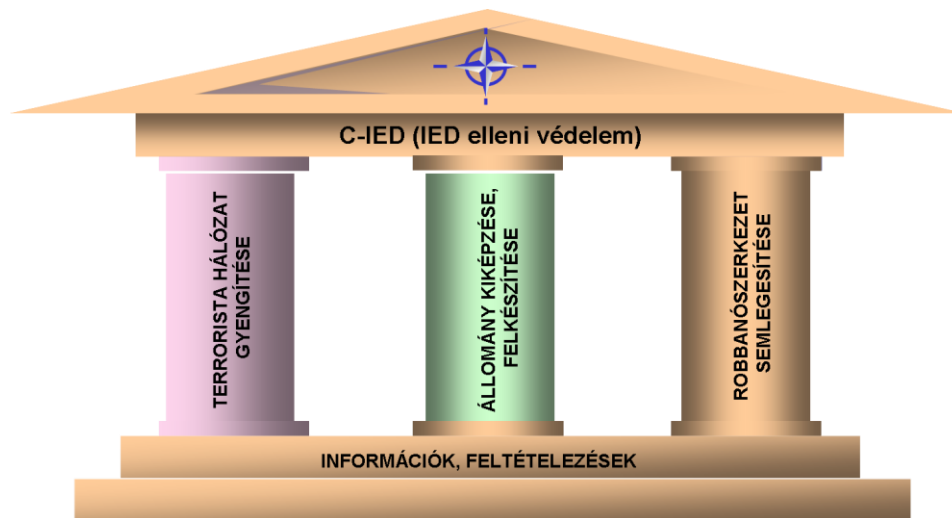
A sikeres és eredményes védelem közös alapját pedig a mennyiségileg és minőségileg is megfelelő információk, valamint ezeken az információkon alapuló előrejelzések, feltételezések és a tapasztalatok képezik.

A robbantásos cselekmények általában nem egyéni akciók, a merényleteket (egy) szisztematikusan felépített szervezeti egység, ún. terrorista sejt hajtja végre. A sejt minden tagjának saját feladata és rendeltetése van, rendelkezik a szükséges kapcsolatokkal, egyfajta hierarchikus

---

<sup>6</sup> Az angol Counter-Improvised Explosive Device kifejezésből rövidítve: C-IED.

rendszert alkotnak. A tevékenységet külső támogatók segítik, akik finanszírozzák, információkkal és az IED készítéséhez szükséges anyagokkal látják el a szervezetet.



1. ábra. Az IED elleni védelem pillérei [1]

A hálózat gyengítése során arra kell törekedni, hogy ezt a többnyire jól működő rendszert „működésképtelenné” tegyük, vagy legalábbis a legnagyobb mértékben megnehezítsük a tevékenységüket. A C-IED ezen pillérén belül a merénylet előkészítése folyamán – ami a cselekmény jelentőségétől függően nagyon hosszú ideig is eltarthat – a hálózat „gyenge láncszemeit” kell támadni: pl. akadályozni a pénzügyi finanszírozást a potenciális támogatók bankszámláinak kontrolljával; megnehezíteni az IED elkészítéséhez szükséges robbanóanyag vagy más alkatrészek beszerzését, szállítását, raktározását, illetve akár a terrorista sejt újoncainak toborzását és „kiképzését” is.

A védelemben résztvevő állomány felkészítése a komplex improvizált robbanóeszközök elleni védelem (C-IED) fontos eleme. Számos területe van, többek között a műveleti környezet (földrajzi, etnikai, vallási, gazdasági, stb. helyzet) alapos ismerete, az IED-re utaló jelek felismerésének, a robbanószerkezet azonosításának képessége, a lehetséges ellenrendszabályok rendszere, jelentések és riasztások rendje, és még sorolható tovább. Hangsúlyozni kívánjuk, hogy valamennyi művelet hatékony végrehajtásához a kellő szintű kiképzettség mellett megfelelő szervezeti felépítés, együttműködési képesség, valamint a feladathoz illeszkedő szintű technikai eszközellátottság is szükséges, mely utóbbi jelentős anyagi ráfordítást követelhet!

A felkészítés és kiképzés során, mely többnyire speciális tanfolyamok keretében történik, fel kell használni a korábbi események során keletkezett tapasztalatokat, azokat be kell építeni a „tananyagba”, az elméleti és a gyakorlati részbe egyaránt. A felkészítés mindig legyen kellően részletes, alapos, melyhez igen nagy segítséget nyújthatnak a tapasztalatokat és ismereteket összefoglaló különböző IED-adatbázisok. Ezek az adatbázisok vagy adattárak tartalmazzák az IED és C-IED ismereteket, leírásokat, speciális esettanulmányokat, a szükséges szöveges és grafikus (ábrák, képek, videók) elemeket, elektronikus formában minden jogosult és illetékes személy által hozzáférhető módon.

A harmadik pillér, a robbanószerkezet felderítése és semlegesítése foglalja magába mindazokat a feltételezett vagy tényleges IED-re vonatkozó biztonsági rendszabályokat és választevékenységeket, amelyek elsődleges célja az élet és anyagi javak közvetlen védelme, valamint a robbanás során esetlegesen keletkező károk csökkentése, mérséklése.

### Stacioner célpontok védelme

A robbanóeszköz stacioner célpontokba történő bejuttatásának akadályozását már az objektum területének megközelítésekor meg kell kezdeni. Minél távolabb célszerű például kialakítani a gépjárművek számára fenntartott parkolóhelyet, ezzel csökkentve annak a lehetőségét, hogy mozgó járműben elrejtett öngyilkos SVBIED-t használjanak, illetve a parkolóban álló járműben elrejtett VBIED robbanóeszközt indítsák a megfelelő pillanatban.

Az objektum közelében és a megközelítésre szolgáló területen már a külső védelmi zónában – ez lehet például a járműforgalom részére és a parkolás céljából fenntartott terület – is aktív felderítést és kockázatelemzést kell végezni, melyet a belső zónában – ez kizárólag gyalogos mozgást biztosító terület – folytatni kell. Ezt a feladatot különböző optikai és elektrotechnikai eszközökkel (videokamera, infravörös érzékelő, szenzor) a legegyszerűbb végrehajtani, melyektől az információk a megfigyelőközpontba jutnak, ahol elemzik és értékelik azokat, próbálják kiszűrni a gyanús személyeket, járműveket és tevékenységet.

Az elektronikus felderítési rendszert ki kell egészíteni járőrözéssel, közvetlen megfigyeléssel, illetve az objektum jelentőségétől függően a járművek tényleges fizikai átvizsgálásával, már a külső védelmi zónába történő behajtáskor. Az átvizsgáláshoz megfelelően kialakított ún. ellenőrző-áteresztő pontot (EÁP) kell működtetni, ahol a meghatározott eljárási rend szerint át lehet vizsgálni a járművet és a benne tartózkodókat egyaránt.

Az ellenőrző pont megközelítésének szabályozására alkalmazni kell a megfelelő forgalomlassító berendezéseket, amelyekkel kontrollálható a járművek sebessége, mozgása. Ilyen berendezések lehetnek a közlekedési folyosóban elhelyezett „fekvőrendőrök“, a különböző típusú drótzárok, tüskés útzárok, a pályaszerkezetből kiemelkedő oszlopok, a sorompók, illetve elsősorban a katonai létesítmények esetében a már ismert HESCO bástyák [2], [3], valamint a DEFENCELL eszközcsalád elemei is [4].

Típus	Töltési magasság (m)	Teljes szélesség (m)	Legkisebb szélesség (m)	Hosszúság (m)	Tömeg (kg)
LITE	0,50	0,70	0,63	3,20	3,60
RANGER	0,50	0,70	0,63	1,30	1,60
M1	0,60	1,00	0,98	4,94	9,60
DT1	0,50	0,70	0,63	4,90	4,10
T2	0,50	1,35	1,10	4,90	7,50
T3	0,50	1,90	1,65	4,90	10,00
T4	0,50	2,50	2,25	4,90	13,00

1. táblázat. DEFENCELL elemek méretei [4]

A DEFENCELL Force Protection System eszközcsaládba 7 különböző méretű elem tartozik, melyekkel tetszőleges nagyságú védőfalat lehet létrehozni. Az egyes elemek főbb adatait a fenti táblázat tartalmazza.

A RANGER rendkívül könnyű (1,6 kg tömegű), kézi erővel kevesebb, mint 10 perc alatt megtölthető annyi szemcsés anyaggal, mely 40 db homokzsákhoz szükséges.

<b>RANGER</b>	Készlet	Raklapon	ISO-20 konténerben
Mennyiség (db)	<i>1</i>	<i>90</i>	<i>1 800</i>
Tömeg (kg)	<i>1,60</i>	<i>174</i>	<i>3 480</i>
Töltési térfogat (m <sup>3</sup> )	<i>0,47</i>	<i>42</i>	<i>840</i>
Homokzsák-egyenérték (db)	<i>40</i>	<i>3 600</i>	<i>72 000</i>

2. táblázat. A RANGER DEFENCELL elem főbb adatai [4]

Egyetlen „LITE” típusnevű (Lightweight Individual Tactical Emplacement) elemből 3,2 m hosszú, 0,7 m vastag és 0,6 m magas védőfal hozható létre, melyet homokzsákból készítve kb. 100 db zsákra lenne szükség.

Megtölthető homokkal, talajjal vagy kisméretű közúzalékkal is. Magasabb védőfal kialakításához a készletek három rétegben egymásra, illetve a védőképesség fokozása érdekében több sorban is egymás mellé helyezhetők.

<b>LITE</b>	Készlet	Raklapon	ISO-20 konténerben
Mennyiség (db)	<i>1</i>	<i>40</i>	<i>800</i>
Tömeg (kg)	<i>3,60</i>	<i>190</i>	<i>3 800</i>
Töltési térfogat (m <sup>3</sup> )	<i>1,35</i>	<i>54</i>	<i>1 080</i>
Építhető védőfal hossza (m) (0,60 m magas)	<i>3,20</i>	<i>128</i>	<i>2 560</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,10 m magas)	-	<i>64</i>	<i>1 280</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,60 m magas)	-	<i>42</i>	<i>840</i>
Homokzsák-egyenérték (db)	<i>100</i>	<i>4 000</i>	<i>80 000</i>

3. táblázat. A LITE DEFENCELL elem főbb adatai [4]

Hatékony megoldás lehet tüzelőállások, technikai eszközök védelmére, valamint úttorlaszok, ellenőrző-áteresztő pontok (EÁP) forgalom terelőelemeinek készítéséhez. A feltöltés meggyorsítása érdekében telepítő keret is alkalmazható. A speciális méhsejt-szerkezete miatt a töltőanyag gyorsan eltávolítható, a készlet visszatelepíthető és később újra felhasználható.



Az M1 típusú elem a LITE-hoz hasonló, de annál nagyobb, amely 1 méteres vastagsága révén már megfelelő védelmet képes nyújtani a különböző robbanások hatásai és akár a 20 mm-es lövedékek találatai ellen.

<b>M1</b>	Készlet	Raklapon	ISO-20 konténerben
Mennyiség (db)	<i>1</i>	<i>10</i>	<i>240</i>
Tömeg (kg)	<i>9,60</i>	<i>161</i>	<i>3 220</i>
Töltési térfogat (m <sup>3</sup> )	<i>3,45</i>	<i>41</i>	<i>828</i>
Építhető védőfal hossza (m) (0,60 m magas)	<i>4,90</i>	<i>59</i>	<i>1 176</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,10 m magas)	-	<i>30</i>	<i>600</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,60 m magas)	-	<i>20</i>	<i>400</i>
Homokzsák-egyenérték (db)	<i>310</i>	<i>3 720</i>	<i>74 400</i>

4. táblázat. Az M1 DEFENCELL elem főbb adatai [4]

A DT1 típusú elem is könnyen szállítható, az üres készlet annyi helyet foglal el, mint egy megtöltött homokzsák. Egy készletből 4,9 m hosszú, 0,7 m vastag és 0,6 m magas védőfal hozható létre, melyet homokzsákból készítve kb. 160 db zsákra lenne szükség. A DT1 megtölthető homokkal, talajjal vagy kisméretű közüzalékkal is.

Magasabb védőfal kialakításához a készletek egymásra, illetve a védőképesség fokozása érdekében több sorban is egymás mellé helyezhetők. Ideális megoldás lehet tüzelőállások, megfigyelőpontok vagy akár sátrak, épületek védelmére, valamint úttorlaszok, EÁP forgalom terelőelemeinek készítéséhez. Mivel fém- és műanyag részeket nem tartalmaz, másodlagos repszhatás sem keletkezik.

<b>DT1</b>	Készlet	Raklapon	ISO-20 konténerben
Mennyiség (db)	<i>1</i>	<i>80</i>	<i>1 600</i>
Tömeg (kg)	<i>4,10</i>	<i>355</i>	<i>7 100</i>
Töltési térfogat (m <sup>3</sup> )	<i>2,05</i>	<i>164</i>	<i>3 280</i>
Építhető védőfal hossza (m) (0,60 m magas)	<i>4,90</i>	<i>392</i>	<i>7 840</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,10 m magas)	-	<i>196</i>	<i>3 920</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,60 m magas)	-	<i>130</i>	<i>2 610</i>
Homokzsák-egyenérték (db)	<i>160</i>	<i>12 800</i>	<i>256 000</i>

5. táblázat. A DT1 DEFENCELL elem főbb adatai [4]

A végrehajtott tesztek alapján a DT1 hatékony védelmet nyújt a löfegyverek (14,5 mm), aknavetők közvetlen találata ellen. Szemcsés anyaggal történő megtöltés gyorsabbá és hatékonyabbá tételéhez telepítő keret is rendelkezésre áll.

A T2 készlet cellái két sorban helyezkednek el és így 1,10 m vastag védőfalat képeznek. A készlet tömege mindössze 7 kg, telepítve 4,9 m hosszúságú, 0,6 m magasságú. Nagyobb szükséges falmagasság esetén a készletek egymásra, vagy a nagyobb méretű T3, T4 készletekre is ráhelyezhetők. Védőképessége és fizikai paraméterei miatt hatékonyan alkalmazható tüzelőállások, üzemanyag-, vagy víztárolók, figyelőpontok, illetve épületek védelmére. Kézi erővel és géppel egyaránt feltölthető.

<b>T2</b>	Készlet	Raklapon	ISO-20 konténerben
Mennyiség (db)	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>480</i>
Tömeg (kg)	<i>7,50</i>	<i>220</i>	<i>4 400</i>
Töltési térfogat (m <sup>3</sup> )	<i>3,30</i>	<i>79</i>	<i>1 589</i>
Építhető védőfal hossza (m) (0,60 m magas)	<i>4,90</i>	<i>117</i>	<i>2 352</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,10 m magas)	-	<i>60</i>	<i>1 176</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,60 m magas)	-	<i>39</i>	<i>784</i>
Építhető védőfal hossza (m) (2,10 m magas)	-	<i>29</i>	<i>588</i>
Homokzsák-egyenérték (db)	<i>300</i>	<i>7 200</i>	<i>144 000</i>

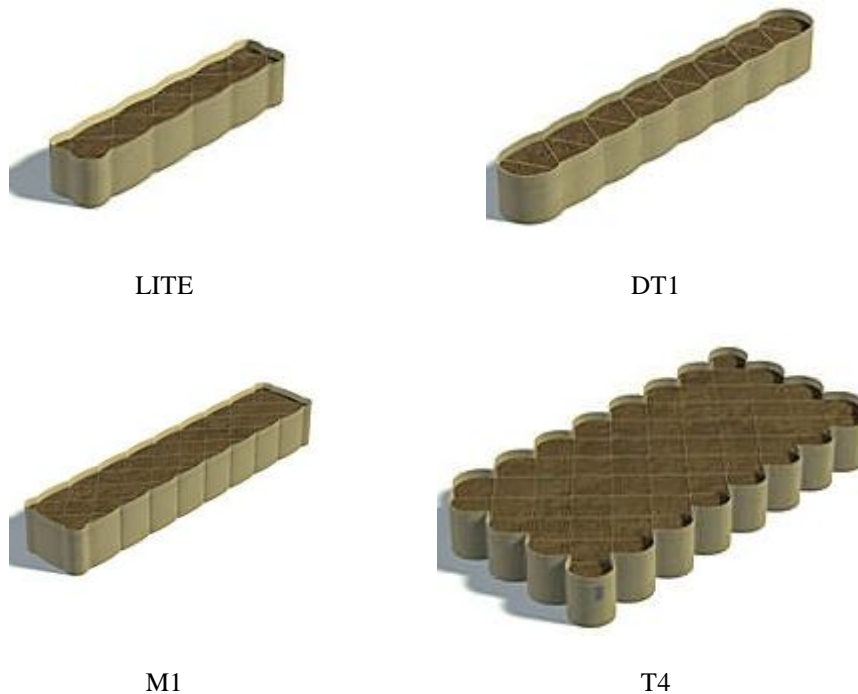
6. táblázat. A T2 DEFENCELL elem főbb adatai [4]

A T3 készlet cellái már három sorban helyezkednek el, ezért még vastagabb védőfal hozható létre egy készletből is.

<b>T3</b>	Készlet	Raklapon	ISO-20 konténerben
Mennyiség (db)	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>360</i>
Tömeg (kg)	<i>10</i>	<i>210</i>	<i>4 200</i>
Töltési térfogat (m <sup>3</sup> )	<i>4,70</i>	<i>84</i>	<i>1 678</i>
Építhető védőfal hossza (m) (0,60 m magas)	<i>4,90</i>	<i>88</i>	<i>1 764</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,10 m magas)	-	<i>44</i>	<i>882</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,60 m magas)	-	<i>29</i>	<i>588</i>
Építhető védőfal hossza (m) (2,10 m magas)	-	<i>22</i>	<i>441</i>
Homokzsák-egyenérték (db)	<i>450</i>	<i>8 100</i>	<i>162 000</i>

7. táblázat. A T3 DEFENCELL elem főbb adatai [4]

A készlet tömege mindössze 9 kg, telepítve 4,9 m hosszúságú, 0,6 m magasságú. Nagyobb szükséges falmagasság esetén a készletek egymásra, vagy a nagyobb méretű T4 készletekre is ráhelyezhetők.



2. ábra. Különböző DEFENCELL elemek [4]

A végrehajtott tesztek alapján a T3 hatékony védelmet nyújt a löfegyverek (20,0 mm), közepes aknavetőök közvetlen találata ellen is. A feltöltés meggyorsítása érdekében telepítő keret is alkalmazható, a készlet kézi erővel és géppel egyaránt feltölthető.

<b>T4</b>	Készlet	Raklapon	ISO-20 konténerben
Mennyiség (db)	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>240</i>
Tömeg (kg)	<i>13</i>	<i>185</i>	<i>3 700</i>
Töltési térfogat (m <sup>3</sup> )	<i>6,13</i>	<i>73</i>	<i>1 471</i>
Építhető védőfal hossza (m) (0,60 m magas)	<i>4,90</i>	<i>59</i>	<i>1 176</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,10 m magas)	-	<i>29</i>	<i>588</i>
Építhető védőfal hossza (m) (1,60 m magas)	-	<i>19</i>	<i>392</i>
Építhető védőfal hossza (m) (2,10 m magas)	-	<i>15</i>	<i>294</i>
Homokzsák-egyenérték (db)	<i>600</i>	<i>7 200</i>	<i>144 000</i>

8. táblázat. A T4 DEFENCELL elem főbb adatai [4]

A T4 készlet cellái négy sorban helyezkednek el, 2,25 m vastag védőfalat képeznek. A készlet tömege mindössze 12 kg, telepítve 4,9 m hosszúságú, 0,6 m magasságú. Nagyobb szükséges falmagasság esetén a készletek egymásra négy sorban (2,10 m magasságig) ráhelyezhetők.

A T4 hatékony védelmet nyújt a lőfegyverek (25,0 mm), aknavetők közvetlen találata, illetve a járműre szerelt improvizált robbanószerkezetek (VBIED) ellen is. A feltöltés meggyorsítása érdekében telepítő keret alkalmazható, a készlet kézi erővel és géppel is feltölthető.



3. ábra. DEFENCELL elemek tesztelése járművekkel [4]

A DEFENCELL eszközcsalád kibővült a már említett HESCO-eszközhöz hasonló MAC® gabionokkal, melyek 10 különböző méretben állnak rendelkezésre.

Típus	Magasság (m)	Szélesség (m)	Hosszúság (m)	Töltőtérfigat (m <sup>3</sup> )
MAC 1	1,37	1,06	10,00	20,00
MAC 2	0,61	0,61	1,22	0,50
MAC 3	1,00	1,00	10,00	11,00
MAC 4	1,00	1,50	10,00	19,00
MAC 5	0,61	0,61	3,05	1,60
MAC 6	1,68	0,61	3,05	4,00
MAC 7	2,21	2,13	27,74	180,00
MAC 8	1,37	1,22	10,00	22,00
MAC 9	1,00	0,76	9,14	9,00
MAC 10	2,21	1,52	30,50	140,00

9. táblázat. A MAC® gabionok főbb adatai [4]

A gabionok STANAG 2280 által előírt védelmi követelményeknek történő megfelelését igen szigorú tesztekkel vizsgálták. [5] A gabionok szerkezeti felépítése hasonló a HESCO-hoz, összecuskható fémrácszat biztosítja a merevséget, a geotextília bélés pedig a töltőanyagként használható homok, talaj vagy kisméretű kőzúzalék kifolyását akadályozza meg.

A keletkező károk és a személyi veszteségek minimalizálása érdekében az újonnan épített létesítmények, épületek szerkezetét, falazatát már úgy kell kialakítani, hogy a robbanás hatásainak minél nagyobb mértékben ellenálljon. E célra alkalmazhatók a falszerkezetben elhelyezett hossz- és keresztirányú merevítők, amely a beépítést követően a külső szemlélőnek láthatatlan marad.

Szintén a falszerkezet védelmét és megerősítését szolgálja a speciális védőburkolat, amely a robbanás bekövetkezése esetén csökkenti a falat érő túlnyomást és részben elnyeli a keletkező lökéshullámokat. A falszerkezet mellett különösen fontos a tartó (váz-) szerkezet megerősítése. Az általánosan használt vasbeton tartóoszlopok ellenálló képessége növelhető például a szénszálas műanyagok használatával, amely a merev szerkezetet a fellépő erőhatásokkal szemben sokkal rugalmasabbá teszi.

A katonai táborok, parancsnokságok kialakítása, építése során is figyelembe kell venni a lehetséges robbanás hatásait és következményeit. A Kabulban települt ISAF Parancsnokságot például már több esetben is érte robbantásos támadás, legutóbb 2011. augusztusban, amikor a bejáratától 15 méterre történt a detonáció.

A VBIED által okozott károk az alábbi ábrán is jól láthatók. A robbanás olyan erejű volt, hogy két, egyenként 1 tonnás, forgalomterelő elemként elhelyezett kötömböt egyszerűen „át-dobott” a bázis kerítésén!



4. ábra. ISAF Parancsnokság bejárata a robbanás előtt és után [6]

Az ilyen ideiglenes létesítmények védelmére szolgálhatnak a rugalmas, a lökéshullámnak és a keletkező nyomásnak ellenálló, az erőhatásokat csillapító, blokkokból készített kerítéselemek, falszerkezetek. Az elemekből épített magas (akár 7 méteres!) kerítés a belátást, az orvlövészek támadását is hatékonyan gátolja. Az ISAF Parancsnokság védelmét a robbantást követően idén tavasszal újjászervezték, új külső védelmi rendszer került kialakításra, amelynek épített elemei többek között az ilyen blokkokból kialakított külső kerítés, őrtornyok és egyes épületek. Az építéstechnikai megoldásokon túl az eljárások rendjét is felülvizsgálták, szem előtt tartva az EÁP-ok működése során már korábban megállapított alapelveket. [7]

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az improvizált robbanóeszközök fajtáit, jellemzőit és alkalmazási lehetőségeit megvizsgálva, valamint az utóbbi évek robbantásos eseményeinek tapasztalatait feldolgozva megállapíthatjuk, hogy az IED felhasználásával végrehajtott robbantásos cselekmények száma növekvő tendenciát mutat. A robbantások legveszélyeztetettebb katonai célpontjai a kisebb tüzérőt képviselő konvojok, járőrök és ellenőrző-áteresztő pontok állománya, a parancsnokságok, táborok és nagyobb katonai létesítmények ellen elkövetett cselekmények száma nagyságrendekkel kevesebb.

Az IED alkalmazása, a szerkezeti felépítése, működtetése és elhelyezése mindig a kiválasztott célpont függvénye. A szerkezetek készítéséhez felhasznált anyagok köre igen széles. A jól szervezett és megfelelő pénzügyi háttérrel, szakismerettel rendelkező elkövetők képesek korszerű, technikailag igen fejlett robbanószerkezet készítésére, míg a kezdetleges szerkezetű eszközöket elsősorban az „önszerveződő” csoportok, személyek használják. A statisztikák adatai alapján megállapítható, hogy a parancsindítású – azon belül is a rádióvezérlésű és az öngyilkos – IED alkalmazása a leggyakoribb. Ennek fő oka, hogy ezekben az esetekben a robbanás időpontját az elkövetők határozzák meg a kívánt célpont ellen.

Az IED-eket a lehető legváltozatosabb módokon telepítik és alkalmazzák, a lehetőségekhez mérten gondosan álcázzák, és az indítása vagy az esemény dokumentálása céljából minden esetben megfigyelés alatt tartják. A robbanásról készített felvételeket közreadják elrettentés, vagy éppen a „támogatók” részére a bizonyítás céljából. Az IED felfedése és a robbantás megelőzése érdekében a saját műveletek során fokozottan figyelni kell a robbanóeszköz telepítésekor esetlegesen hátrahagyott árulkodó jelekre.

A C-IED, mint feladatrendszer, az improvizált robbanóeszközök elleni védelem teljes spektrumát felöleli. A rendszer elemeit a terrorhálózat gyengítése, a robbanószerkezet semlegesítése, valamint a védelemben résztvevő személyi állomány felkészítése alkotja.

A hálózat gyengítése elsősorban stratégiai szintű feladatokat foglal magába, melyek során adatok és információk beszerzésével a terrorista sejt elemeit, támogatóit és kapcsolatrendszerüket kell felfedni, majd különböző ellentevékenységekkel (egyreszemű személyek kiiktatása, anyagraktár vagy „bombakészítő műhely” felszámolása, bankszámlák ellenőrzése, stb.) működésképtelenné kell tenni a szervezetet.

A robbanószerkezet semlegesítése már harcászati szintű feladatokban teljesebb ki, magába foglalva mindazon eljárásokat, korszerű eszközöket és módszereket, amelyekkel a telepített IED felfedhető, robbanása megakadályozható, vagy pedig elműködése esetén a keletkező károk és veszteségek minimalizálhatók. Külön kell választani a stacioner és a mozgó célpontok IED védelmének kérdését, hiszen az előbbi különleges építéstechnológiai módszerek mellett igényli a speciális eljárások alkalmazását, míg utóbbi esetén a személyek és járművek védelme igényel sajátos módszereket, eljárásokat és eszközöket (páncélvédettség, rádiózavarás, robotok, személyi védőeszközök alkalmazása, stb.).

A C-IED harmadik elemének tudatos és mindenre kiterjedő végrehajtása alapozza meg a másik két terület sikerét. A műveletben résztvevő valamennyi személynek a beosztásának, feladatának megfelelő szinten fel kell készülnie az IED jelenlétére, a C-IED-hez tartozó feladatai

végrehajtására. Az egyéni felkészítést minden esetben kollektív kiképzésnek és gyakorlásnak kell követnie. A hatékony felkészítéshez mindenképpen fel kell használni a korábbi tapasztalatokat összegyűjtő adatbázisokat, a legkorszerűbb imitációs és gyakorló anyagokat, valamint a számítógépes programok és virtuális szimuláció lehetőségét.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Allied Joint Doctrine For Countering – Improvised Explosive Devices AJP-3.15 (A), NATO Standardization Agency (NSA), March 2011.
2. Szabó Sándor, Tóth Rudolf: Gondolatok a HESCO bástyák alkalmazási lehetőségeiről I. Műszaki Katonai Közlöny XIX.:(1–4.) pp. 253–278. (2010)
3. Szabó Sándor, Tóth Rudolf: Gondolatok a HESCO bástyák alkalmazási lehetőségeiről II. Műszaki Katonai Közlöny XX.:(1–4) pp. 97-118. (2011)
4. Sz.n.: DEFENCELL Expeditionary Force Protection, British Defence Equipment Catalogue, 2010.
5. STANAG 2280 - Design Threat Levels and Handover Procedures for Temporary Protective Structures, NATO Standardization Agency (NSA), December 2008.
6. Sz.n.: Designing for Blast. – NATO MILENG COE PPT bemutató, 2012.04.18.
7. Joint Forward Operations Base (JFOB) Protection Handbook, Sixth Edition – October 2011, GTA 90-01-011, U.S. Army Engineer Research and Development Center – 364 p.
8. Sz. n.: ÖMLT C-IED Course PPT bemutatója, 2007.11.28.
9. Internet: Vehicle Born Improvised Explosive Device – VBIED, ATF CAR BOMB TABLE [http://www.nationalhomelandsecurityknowledgebase.com/Research/International\\_Articles/VBIED\\_Terrorist\\_Weapon\\_of\\_Choice.html](http://www.nationalhomelandsecurityknowledgebase.com/Research/International_Articles/VBIED_Terrorist_Weapon_of_Choice.html) (2012.06.11.)
10. Internet: Vehicle bomb mitigation guide <http://info.publicintelligence.net/USAFvehiclebombs.pdf>, (2012.06.11.)
11. Joint Publication 3-15.1 Counter-Improvised Explosive Device Operations, 2012.
12. Joint Operational Guideline for C-IED Activities, NATO, 2008.
13. Dismounted C-IED Smart-Book, Version 1.0 Dated 08 November 2011, Joint IED Defeat Organization (JIEDDO) Joint Center of Excellence (JCOE) – 79 p.
14. No. 10-14 C-IED Bulletin III., Center for Army Lessons Learned, Combined Arms Center, Fort Leavenworth, 2010. – 68 p.
15. STANAG 2294 C-IED (EDITION 1) – Counter Improvised Explosive Device (C-IED) Training Standard, Military Committee Joint Standardization Board (MCJSB), 2009 – 18 p.
16. Commander’s Handbook for Attack the Network., U.S. Joint Forces Command Joint Warfighting Center, Joint Doctrine Support Division, Suffolk, Virginia, 2011 – 182 p.

### Tisztelt Olvasó!

Az Óbudai Egyetem, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) jogelődjével, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemmel közösen, 2011 első negyedében jelentkezett a „TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kutatási projektek és kutatási szolgáltatások támogatása a közép-magyarországi régióban” címmel meghirdetett pályázatra.

A sikeres pályázatot követően a két kedvezményezett konzorciumot hozott létre „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” megnevezéssel. A projekt célja, a kritikus infrastruktúra védelem területén, nemzetközi színvonalon (és együttműködésben) végzett kutató-fejlesztő tevékenységhez szükséges kritikus tömegű humánkapacitás konszolidációja, szükség szerinti fejlesztése, valamint az e területeken végzett innováció támogatása.

Az NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék, Műszaki szakcsoport, az alábbi két Kiemelt Kutatási Területtel csatlakozott a projekt munkájához, dr. Lukács László vezetésével:

- Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen;
- Nagy energia sebességű alakítások –robbantásos fémmegmunkálás.

A 2012. január 01. és 2013. december 31. között végrehajtott kutatások során, a munkába bevont hazai és külföldi szakemberek, többek között nemzetközi konferenciákon mutatták be elért eredményeiket.

A Magyar Robbantástechnikai Egyesület (MARE), 2014. szeptember 16–18. között, Balatonkenesén tartott „12. Fúrás-Robbantástechnika 2014” Nemzetközi Konferenciáján, a fenti két KKT kutatói több előadással vettek részt. A konferencia cikkek megjelentek a MARE Robbantástechnika c. folyóiratának (HU-ISSN 1788-5671), konferencia kiadványában. Tekintve, hogy a 120 példányban nyomtatott kiadvány, az érdeklődők szűk köréhez juthatott csak el, ezért másodközlésként megjelentetjük ezeket a cikkeket a Műszaki Katonai Közlöny XXIV. évfolyam, tematikus számában.

(Szerkesztőség)



Prof. dr. Lukács László<sup>1</sup>, Tóth József<sup>2</sup>

### AKNA KISENCIKLOPÉDIA JELENT MEG MAGYARORSZÁGON<sup>3,4</sup>

*Akna – ha ezt a szót halljuk-olvassuk, mindenkinek a médiában gyakorta szereplő vértlen, civil áldozatokról készült megrázó képek jutnak az eszébe. Való igaz, hogy a háború-polgárháború dúlta országok, régiók polgári lakossága közül, a harcok befejezése után a legtöbb áldozatot ezek a visszamaradt, robbanóanyaggal töltött műszaki harcanyagok szedik ma is. Az aknák, évekkel-évtizedekkel telepítésük után is képesek válogatás nélkül pusztítani. Pusztta jelenlétükkel képesek meggátolni a lakosság normális életvitelét, az aknásított területek használatát, a közlekedést, stb., ezáltal világméretűnek tekinthető problémát okozva. A szerzők e könyv megírása során, a fenti probléma forrásául szolgáló aknákról, és az általuk okozott probléma megoldási lehetőségeiről próbálnak hazánkban elsőként, összefoglaló ismereteket nyújtani.*

*Kulcsszavak: akna, robbanóanyag, humanitárius aknamentesítés*

### BEVEZETÉS

A téma aktualitását, a híradásokban nap, mint nap megjelenő, a Föld számos – elvileg békés – területéről, országából tudósító aknabalesetek bizonyítják. A világ volt konfliktus övezeteiben, ma is havonta több száz civil szenved sérülést, vagy hal meg a felelőtlenül letelepített, azóta elfelejtett aknák robbanásától. Különböző szakértői becslések, mintegy 100-150 millióra teszik ezeknek a hátrahagyott aknáknak a számát. Külön gondot jelent, hogy ezek mintegy háromnegyede olyan kisméretű, főleg gyalogság elleni (többségében műanyagtestű) akna, melyek felderítése, detektálása is problémát jelent. Az ENSZ és számos más nemzeti és nemzetközi humanitárius szervezet, civil mozgalom fordít évente hatalmas pénzüsségeket, sok időt, energiát az aknamentesítésre. Az eredmények ehhez képest szerények. Az eddig ismert, vagy valószínűsített aknaszennyezett területek megtisztítását is több évtizedes munkának prognosztizálják a szakértők. Igazából még közelítő becslésekbe is nehéz bocsátkozni ebben a kérdésben, hiszen nap, mint nap újabb aknák kerülnek hasonló körülmények között a földre a jelenlegi konfliktus övezetekben.

Az Akna kisenciklopédia című könyv (a továbbiakban Kisenciklopédia), egy NFÜ támogatással folytatott kutatás egyik eredménye, mely Magyarországon elsőként próbál meg átfogó képet adni a fent jelölt problémáról, és annak megoldási lehetőségeiről, nehézségeiről. Megírása során komoly kihívást jelentett az, hogy érthető legyen a témához nem értő civil

<sup>1</sup> CSc., a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, majd a Nemzeti Közszolgálati Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára.

<sup>2</sup> Okleveles robbantástechnikai szakmérnök.

<sup>3</sup> Bírálta: Prof. dr. Szabó Sándor ny. mk. ezredes, egyetemi tanár. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu. <sup>4</sup> A kisenciklopédia az AKNA09 project keretein belül valósult meg, az NFÜ támogatásával. Kiadta a Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiáért alapítvány, Budapest, 2012. ISBN 978-963-08-5522-8.

<sup>4</sup> A kisenciklopédia az AKNA09 project keretein belül valósult meg, az NFÜ támogatásával. Kiadta a Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiáért alapítvány, Budapest, 2012. ISBN 978-963-08-5522-8.

olvasó számára, egyben mégis hasznos információkat nyújtson, a kérdésben jártas szakembereknek is. Mindezt pedig egy behatárolt terjedelemben kellett befoglalni úgy, hogy szemléletes is legyen, ugyanakkor ne érezze úgy az olvasó, hogy „csak” egy képeskönyvet tart a kezében.

A Kisenciklopédia megírása során a szerzők – Tóth József, dr. Lukács László és Volszky Géza<sup>5</sup> – széleskörű szakirodalom-kutatás folytattak a téma különböző területein, ebben benne foglaltatik a történelmi áttekintés ugyanúgy, mint az alkalmazott robbanóanyagok jellemzőinek vizsgálata, vagy a korszerű mentesítő eszközök és technológiák megismerése.

## 1. A KIADVÁNY TARTALMI FELÉPÍTÉSE

A Kisenciklopédia a címlapot és a tartalomjegyzéket nem számítva 347 oldalon, nyolc fejezetben készült el. További három függelék teszi teljessé, 38 oldal terjedelemben.

**A Bevezető 1. fejezetben** az olvasó megismerkedhet az Enciklopédia megírásának céljával, és a könyv felépítésével.

**A 2. fejezet** az aknák kialakulásának, fejlődésének történetével foglalkozik a kezdetektől napjainkig. Az olvasó mintegy történelmi utazást tehet a bányászati aknáktól, a várostromok során a védők és a támadók által vívott „földalatti aknaharc”-on keresztül, az élőerő és a technikai eszközök pusztítására megalkotott szerkezetekig. Nyomon követhető benne az a fejlődési lánc, melynek végén eljutottunk a mai aknák megszületéséig. Az aknát gyártók, és az aknák mentesítésére szolgáló eszközöket fejlesztők közötti örökös harc mellett megismerhetjük, az ezeket a műszaki harcanyagokat a hadműveletek során alkalmazók, és azok felszámolásáért felelős katonák közötti küzdelem koronkénti jellemzőit is. Bemutatásra kerül a két világháborúban szerzett katonai tapasztalatok hatása az aknák újabb és újabb generációinak fejlesztésében, majd az aknák hatékonyságára vonatkozó adatok bemutatásával zárul a fejezet.

**A 3. fejezet** az „érem másik oldalát” mutatja be: mi a következménye mai életünkre, a fegyveres konfliktusok után tömegesen hátramaradt hagyományos, automata működésű aknáknak.

A II. világháború befejezése óta egyes vélemények szerint az egymilliót is eléri az aknák robbanása következtében meghalt emberek száma. Még ma is havonta több mint hatszázan sérülnek meg, vagy halnak meg aknák miatt. Az ENSZ szakértőinek becslése szerint – mint az már a Bevezetőben is említettük – több mint százmillió (egy-egy anyagokban 161 millióról is beszélnek) akna lapul a föld felszínén, vagy az alatt áldozatára várva. Ezek mintegy 75%-a gyalogság elleni akna, melyekből 300–500 féle van forgalomban világszerte (az eltérés az aknák csoportosítási elveiben különbözőségeiből adódik).

A fejlett technológia eme vívmányaitól dőreség lenne azt várni, hogy idővel majd úgyis „megeszi őket az idő”. A műanyagtestű, hermetikusan zárt szerkezetek ha nem is örökéletűek, de ahogy Rac McGrath, a Mines Advisory Group (MAG – Akna Tanácsadó Csoport), az angol humanitárius szervezet alapító igazgatója mondja „még évtizedekkel a háborúk

---

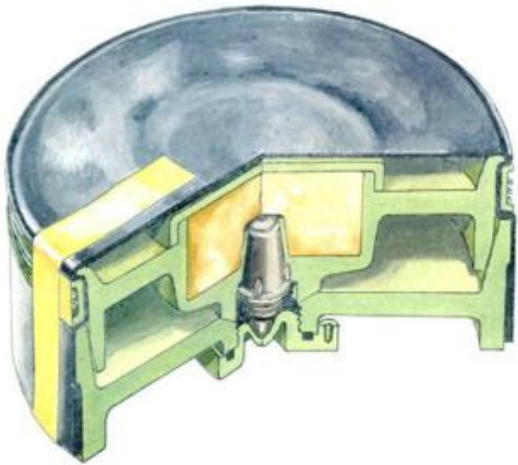
<sup>5</sup> Szerzőtársunk sajnos már nem élhette meg a mű megjelenését.

befejezése után is gyilkolnak”. Pusztításuk mértékét pedig talán Kenneth Anderson, egy New York-i emberi jogi csoport vezetője jellemezte a legjobban: Az aknák lassan ható tömegpusztító fegyverek.<sup>6</sup>

A problémát legjobban a ma már ezen a területen „alaplűnek” számító „Hidden Killers – The Global Problem with Uncleared Landmines” c. tanulmány foglalta össze, melyet az USA Külügyminisztériuma, Katona-politikai Ügyosztályának Nemzetközi Biztonsági Hivatala állított össze.<sup>7</sup>

A helyzet súlyosságát a tényszerű adatokon kívül, azok a szintén részletezett nemzetközi egyezmények is alátámasztják, melyek révén legalább az újabb hasonló eseteknek próbál gátat vetni, az ezekhez csatlakozó a nemzetközi közösség.

**A 4. fejezet** szembesíti az olvasót a fent jelölt gondok forrásával: az aknával. Az aknák általános jellemzőinek összefoglalása után, ún. akna-lapokon (lásd a mellékelt ábrát) kerülnek bemutatásra azok a főbb gyalogság és harcjármű elleni aknatípusok, melyek jellemzően előtalálhatók a Föld akna-szennyezett térségeiben (ezek országokénti összefoglalása az 1. sz. függelékben található). Az anyag összeállításánál gondos mérlegelésre kényszerültünk. Szakértők szerint 300-500 féle akna van ma is forgalomban világszerte (ráadásul ezek közül sok nem a hivatalos piacokon talál vevőre – gondoljunk csak az ENSZ és az Európai Unió, Líbia számára megfogalmazott tiltakozására, amikor az közelmúlt fegyveres harcai során kifosztásra kerültek a katonai raktárak, és ellenőrizhetetlen helyre kerültek az ott tárolt harcanyagok). Az amerikai ORDATA akna- és lőszermentesítést támogató on-line katalógus, 836 féle aknáról tartalmaz adatokat. Ebből az információ halmazból kellett kiválasztani a könyvben található, reprezentatív anyagot: összesen 166 aknát (51 db nyomásra működő, 20 db „cövek” repesz, 21 db ugró repesz és 15 irányított repeszhatású gyalogság elleni, továbbá 59 harcjármű elleni).

	<b>Típusjel: PMA-3<sup>8</sup></b>
	<b>Típus: gyalogság elleni</b>
	<b>Altípus: rálépésre működő</b>
	<b>Gyártó ország: Jugoszlávia</b>
	<b>Gyártó: n.a.</b>
	<b>Ismert alkalmazási hely: Albánia, Bosznia-Hercegovina, Chile, Csád, Horvátország, Irak, Kambodzsa, Koszovó, Libanon, Mauritánia, Namíbia, Peru, Tunézia, Uganda.</b>

<sup>6</sup> Chelminski, R.: Gyilkos mezők (Reader’s Digest válogatás 1994.március).

<sup>7</sup> Hidden Killers – The Global Problem with Uncleared Landmines /Rejtett gyilkosok – a fel nem derített földi telepítésű aknák globális problémája/ (A Report on International Demining prepared by the United States Department of State, Political-Military Affairs Bureau, Office of International Security Operations, 1993).

<sup>8</sup> Forrás: <http://worldweapon.ru/mines/yugoapm.php>, Letöltve: 2012.01.23.

**Geometriai adatok:**

Teljes tömeg:	180 g
Magasság:	40 mm
Átmérő:	111 mm
Ház anyaga:	műanyag.
Szín:	zöld, a gumi fedél fekete.

**Robbantástechnikai adatok:**

Robbanóanyag tömege:	35 g
Robbanóanyag típusa:	tetrit (TNT)
Elműködtetéshez szükséges erő:	80–200 N.
Fém tartalom:	minimális.
Egyéb információk:	Gyújtója UPMAH-3 típusú.

**Az 5. fejezet** nélkül nehezen lenne értelmezhető az akna, mint veszélyes, életet kioltó szerkezet. A fejezetben azok a fontosabb robbanóanyagok kerülnek részletes bemutatásra, melyek e műszaki harcanyagok töltetként szolgálnak. Ezek megismerése nem csak, és nem elsősorban a veszély nagyságának megértése miatt fontos, hanem egyben megalapozza a következő fejezet azon részeit is, melyben a letelepített aknák felderítésének módszerei kerülnek bemutatásra, elemzésre.

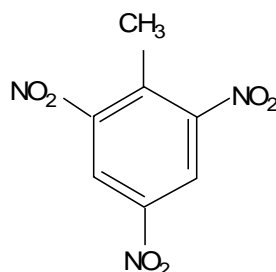
Példaként, az aknákban egyik leggyakrabban alkalmazott robbanóanyag, a trotil leítását mutatjuk be a műből:

**2,4,6-trinitro-toluol****I. Megnevezés**

- 1.- Kémiai: 2,4,6,-trinitro-toluol
- 2.- Egyéb: TNT, trotil.

**II. Képlet**

- 1.- Összegképlet:  $C_7H_4N_3O_6$
- 2.- Szerkezeti képlet:

**III. Fizikai jellemzők**

- 1.-Külső, morfológia: túkristályok, romboéderes kristályok.
- 2.- Szín: színtelentől a halványsárgáig.
- 3.- Olvadási hőmérséklet: 353,8 K (80,8 °C)

- 4.- Dermedési hőmérséklet: vegytiszta: 353,85 K ( 80,85 °C )  
technikai: 352-353,5 K (79,0–80,5 °C)
- 5.- Bomlási hőmérséklet: magasabb, mint 423 K (150 °C) [10]
- 6.- Sűrűség: 1,654 g/cm<sup>3</sup>.
- 7.- Oldhatóság: vízben nem, alkoholban és éterben kevésbé, acetonban és benzolban jól oldható.

#### IV. Kémiai jellemzők

- 1.- Molekulatömeg: 227,13.
- 2.- Oxigénegyenleg: -74,0 %.
- 3.- Nitrogéntartalom: 18,50 %.
- 4.- Képződéshő: -184,8 kJ/kg.

#### V. Robbantástechnikai jellemzők

- 1.- Detonációsebesség: 6990 m/s (  $\rho = 1,47 \text{ g/cm}^3$  ).
- 2.- Hess- próba: 1,0 térfogatsúlynál: 13 mm.  
1,2 térfogatsúlynál: 16–18 mm.
- 3.- Trauzl-próba: 275-305 cm<sup>3</sup>.  
300 cm<sup>3</sup> (BAM).
- 4.- Mérgezőgáz-tartalom: jelentős
- 5.- Dörzsérzékenység: 360 N terhelésig nincs reakció.
- 6.- Ütésérzékenység: 15 J.
- 7.- Hőstabilitás: 573 K (300 °C)
- 8.- Iniciálhatósági jellemzők: préstest: gyutaccsal  
öntvény: detonátorral indítható.
- 9.- Elektromos jellemzők:  
9/a Szikraérzékenység: nem érzékeny.  
9/b Elektrosztatikus feltöltődési jellemzők: nem érzékeny.

#### VI. Egészségügyi veszélyességi jellemzők

- 1.- Általános összegzés:  
gőzei mérgezőek, bőrizgató hatású, a bőrön át felszívódva fejfájást, gyengeséget, vérszegénységet, májkárosodást okozhat.
- 2.- MAK-érték: 1 mg/m<sup>3</sup>.

#### VII. Szállítási jellemzők

- 1.- Szállítási kritériumok:  
száraz, vagy legfeljebb 30 tömeg% vízzel nedvesített állapotban a P112b és P112c csomagolási utasítások szerint a PP46 különleges csomagolási mód szerint szállítható. [9]
- 2.- ADR/RID besorolás: 1.1D
- 3.- UN-szám: 0209.

#### VIII. Feldolgozhatósági technológiai jellemzők

- 1.- Préselhetőség: préselhető,  $\rho_{\max} = 1,62 \text{ g/cm}^3$ .

2.- Önthetőség: önthető.

3.- Formázhatóság: formázható.

**A 6. és a 7. fejezet** a letelepített aknák felderítésének, semlegesítésének és megsemmisítésének módszereit foglalja keretbe. Külön értéke az anyagnak, hogy nem csak bemutatja, de egyben pozitív és negatív oldalait is elének tárja a vizsgált technikáknak, technológiának. Nem próbál hamis képet festeni, őszintén bemutatja a problémákat, nehézségeket is, legyen szó egyébként már alkalmazott módszerről, vagy csak kísérleti stádiumban állóról.

Legyünk őszinték: a humanitárius aknamentesítés egyben hatalmas üzlet is. Így ha az olvasónak esetleg hiányérzete támad, nem találva az anyagban olyan eszközt, berendezést, melyről ő már esetleg hallott, az nem feltétlenül a szerzők hibája. A fejlesztők ritkán tárják a nyilvánosság elé születendő terméküket, nehogy a konkurencia ennek alapján megelőzze őket. És mivel a technikai fejlődés sebessége egyre követhetlenebbé válik, ezen a téren nagyon nehéz naprakész információkhoz jutni.

**A 8. záró fejezet**, a Föld akna-problémája, és annak megoldása érdekében tett nemzetközi erőfeszítések összefoglalását tartalmazza. Az aknák jellemző technikai adatai alapján, egyben javaslatokat is megfogalmaz a szinte lehetetlenre (legalább is eddig még senkinek sem sikerült): a minden körülmények között, minden féle akna ellen, az ENSZ által megkövetelt 99,6%-os mentesítési hatékonysággal rendelkező, nagyteljesítményű aknamentesítő eszközre, vagy legalább is annak elvárható főbb paramétereire.

**Az 1. sz. függelék**, a 4. fejezet szerves részeként bemutatja az akna-szennyezett országokat és az ott fellelhető aknatípusokat.

**A 2. függelék** a robbantástechnikai alapfogalmak értelmezésével teszi érthetőbbé, az Enciklopédiában foglalt szakmai anyagot.

**A 3. függelék**, aknákkal kapcsolatos angol-magyar szövegéldete, szintén a mű könnyebb megérthetőségét támogatja, egyben hasznos segítséget nyújthat, a témában kutató szakemberek számára.

## 2. A KIADVÁNY FONTOSSÁGÁRÓL

A probléma nagyságát, a befejező fejezet néhány gondolatával támasszuk alá.

“A robbanóanyagok megjelenésével olyan eszköz került az emberiség kezébe, mely nem csak életünk jobbá, könnyebbé tételéhez nyújtott segítséget, hanem egymás pusztításában is. A Kínában i. sz. 700 körül feltalált feketelőpor szinte az egyedüli olyan robbanóanyag, mely mintegy 300 éven keresztül csak békés célokat szolgált<sup>9</sup>. Roger Bacon 1249-ben fedezte fel Európa számára a lőport, és történelmünk ismeretében több mint elgondolkodtató, hogy 1627-ig kellett várni arra, hogy Selmecebánya Felső-Bíber tárójában, Weindl Gáspár végrehajtsa az első, békés célú robbantást vele...

---

<sup>9</sup> A lőpor csak 1000 körül került először katonai alkalmazásra a Távols-Keleten, mikor a mongol Ögödej nagykan csapatai ellen, a Szung birodalom hadserege az első lőporos kézi „ágyúkat” bevetette.

A többi robbanóanyag esetében, a kínai példától eltérően azonnal adódott a katonai alkalmazás lehetősége. Eleinte főleg lőfegyverekben, tüzérségi lőszerekben, majd repülőbombákban „hasznosítottuk” őket. Az I. világháborúban megjelenő harcokcsik, illetve az ellenük folytatott harc egyik eszközeként megszülettek, majd „ár-értékarányos” hatékonyságukat látva rohamos fejlődésnek indultak a mai harcjármű és a gyalogság elleni aknák is. Ha ellátogatunk pl. a James Madison University (Harrisonburg, Virginia, USA), humanitárius akna- és lőszermentesítést támogató „ORDATA” honlapjára<sup>10</sup>, akkor a szárazföldi telepítésű aknák felől tudakozódva 836 féle, a Föld különböző országában gyártott, különféle típusú ilyen műszaki harcanyag leírását találjuk meg.

A világ válságövezeteiben az elmúlt évtizedekben, több mint 100 millió aknát telepítettek le, különösebb ellenőrzés és okmányolás nélkül. Ezek kb. 75%-a kisméretű, gyalogság elleni akna. Az így kialakult helyzet mára a békés rendezés és az újjáépítés gátjává vált az adott országokban. Ezt felismerve nemzetközi segítségnyújtási akció bontakozott ki világszerte, az „akna-probléma” megoldására. Az ENSZ és más nemzetközi humanitárius szervezetek komoly összegeket fordítottak és fordítanak az „akna sújtotta” országok megsegítésére, az aknamentesítésben való tényleges részvételre.

A helyzet súlyosságát egy, a déli szomszédunknál, Horvátországban uralkodó jelenlegi állapotokat taglaló cikkből<sup>11</sup> kiragadott mondatokkal érzékeltetjük (ennél sokkal súlyosabb problémákat okoznak az aknák, a Föld más országában):

*„Elaknásított a földje, ezért eladná vagy életjáradékra cserélné? - egy dán cég várja a hirdetésben megadott telefonszámon az ajánlatokat. Mint kiderült, robbanószert kereső módszert próbálnának ki megfelelő terepen. Horvátországban még 997 négyzetkilométeren gyakorolhatnak.*

*Szlavóniában, Dalmáciában, Karlovac és Sziszek közelében a helybeliek a halál földjének hívják azokat a területeket, amelyeket általában sárga műanyag szalag kerít körbe. Bár Horvátország eddig 2,5 milliárd kunát költött aknamentesítésre, még mindig van bőven felszednivaló. A hivatalos becslések szerint 997 négyzetkilométeren legalább 240 ezer aknát kellene megtalálni.”...*

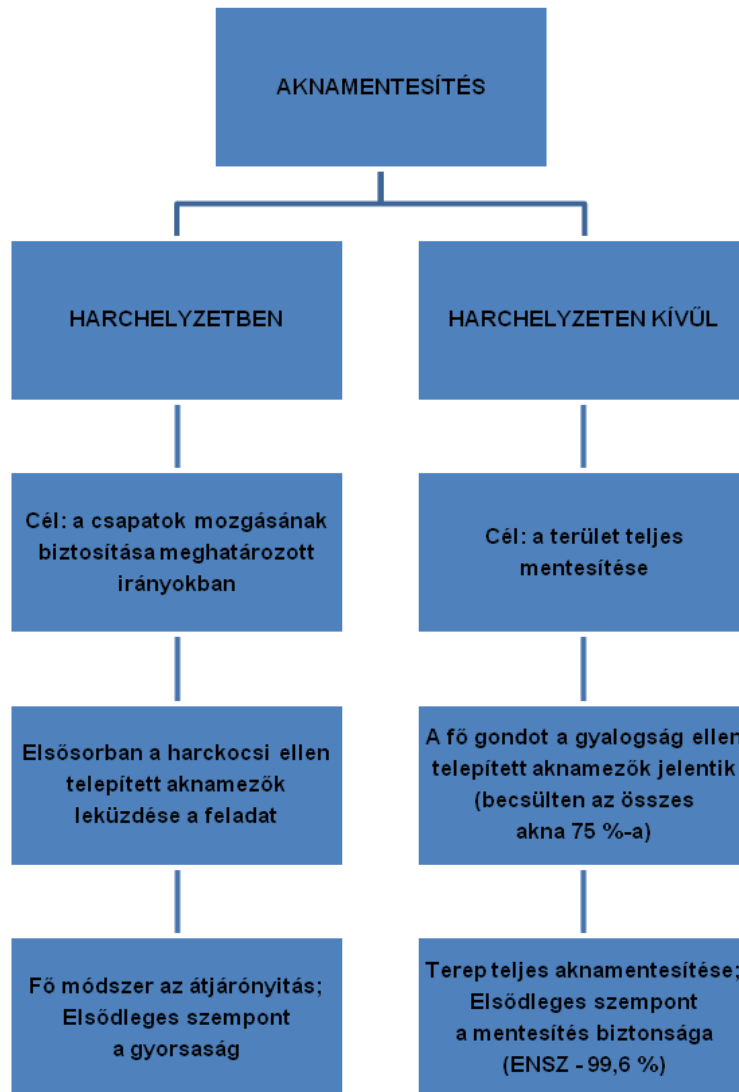
*„A fellelhető térképek és adatok alapján 12 megyében 114 település biztosan érintett. Ehhez jönnek még azok a helyek, ahol egy-egy baleset miatt, csak véletlenül derül ki a veszély.”...*

*„Eddig majdnem 500-an haltak meg aknarobbanás miatt Horvátországban, a sebesültek száma pedig meghaladja a kétezret. Egyharmaduk gyerek, illetve fiatalok.”*

Az aknamentesítések elhúzódnása nem csak pénz-, vagy akarathány kérdése. Kiderült, hogy az eddigi hadiipari fejlesztések révén kialakított **újjárónyitó technológiák és technikák** sorban csődöt mondtak a humanitárius aknamentesítési feladatok végzése során. Ennek oka, elsősorban az alábbi ábrán látható eltérő célokból és követelményekből fakad:

<sup>10</sup> A honlap címe: <http://ordatamines.maic.jmu.edu/>,

<sup>11</sup> Horvátország 2049-re lehet aknamentes, Forrás: <http://nol.hu/archivum/archiv-491909>, Letöltve: 2012.10.02.



A helyzetet nehezíti, hogy a fegyveres konfliktus sújtotta övezetek, aknákkal szennyezett területeinek nagy része olyan trópusi, vagy erősen átszegdelt (akár hegyvidéki) területen található, ahol nem a motorizált, vagy harckocsi egységek széles fronton folytatott ütközetei voltak a jellemzők (ezek mozgatása ilyen körülmények között nem is volt lehetséges), hanem a gyalogos harcmód. Többek között ez az oka, a gyalogság elleni aknák túlsúlyának a felkutatandó és megsemmisítendő aknákon belül. Ilyen területeken viszont a hidegháború időszakában, más sajátosságokkal rendelkező harctérre kifejlesztett, nagyhatékonyságú gépi eszközök, jórészt használhatatlanok. Ezért, a minden körülmények között, csaknem 100%-os felderítési és mentesítési hatékonyságot biztosító módszernek, szinte kizárólagosan a kézi mentesítés bizonyult. A munka nagy véráldozatokkal járt és jár, valamint a feladat befejezése is több évtizedet venne igénybe. Ez viszont az érintett országok szempontjából is katasztrófát jelent, hiszen így esélyük sincs arra, hogy külső gazdasági segítséget vegyenek igénybe a talpra álláshoz.

A világon komoly érdeklődés fordult tehát olyan eszközök felé, melyek hatékonyan, nagy biztonsággal, különböző terepfeltételek mellett képesek végrehajtani aknák mentesítését: a



10–15 kg tömegű harcokosi elleni aknától, az 5–6 cm átmérőjű gyalogság elleni taposóaknáig.<sup>12</sup>

A feladat megoldása nem könnyű. Bizonyítja ezt az is, hogy a világméretű összefogás, hatalmas anyagi és tragikus emberi áldozatok, számtalan egyezmény, kutatóhelyek sokéves munkája ellenére, ma is a Föld egyik megoldatlan problémáját jelentik a múlt, sőt a közelmúlt e pusztító hagyatékai. Könyvünkkel ezt a problémát és a megoldás érdekében tett erőfeszítéseket kívántákuk bemutatni – mint azt bevezetőben is jeleztük – a teljesség igénye nélkül.

Hogy mikorra szabadulhatunk meg e súlyos és nem kívánt örökség terhétől? Az eddig megtett útra visszatekintve ez sajnos nem a közeli jövő lehet. Ahogy az Új Honvédségi Szemle egy 1999-es számában olvasható, a dél-szláv térség aknahelyzetét bemutató cikk<sup>13</sup> záró sorai fogalmazzak:

*„A tárgyalóasztalnál a politikusok köthetnek bármilyen békeszerződést, megállapodhatnak új határokon és szépen csengő lakosság-visszatelepítési programokban. Az igazi béke és megnyugvás csak akkor jön el, ha majd nem kell félni egy zöldellő mező földjére lépni, ha nyugodt szívvel lehet gombát szedni az erdőben, ha végre megint sajátjának érezhetik földjüket az itt lakó emberek. Ma még sajnos nagyon sok terület ebben a térségben a halál apró zsoldosaié, melyek várnak. Várnak arra, hogy betölthessék szörnyű rendeltetésüket. Csakhogy azt is tudnunk kell: **soha nem a tárgyak a bűnösök, hanem az a kéz mely megfogja őket és az az ész mely ezt a kezet vezérelte...**”*

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A humanitárius aknamentesítéssel kapcsolatos szabályrendszer, az abban résztvevő szervezetek, intézmények sokfélesége, azok eltérő feladatai és lehetőségei miatt nehezen harmonizálható. Elég, ha csak arra gondolunk, hogy az ENSZ éppúgy eljár ebben az ügyben, mint például a NATO illetékes szervezetei, vagy a Nemzetközi Vöröskereszt, és akkor még a rengeteg nemzeti és nemzetközi, hivatalos és civil szervezetről nem is beszéltünk.

A mű megírása során magára az akna-problémára, valamint az annak megoldása érdekében alkalmazható technikákra és technológiákra összpontosítottunk. Tekintve, hogy ilyen összefoglaló munka ebben a tárgyban Magyarországon még nem készült, egyben forrásértékű műről van szó, mely komoly szerepet kaphat a missziós feladatokban szerepet vállaló katonák, de rendőrök munkájában éppúgy, mint magában a katonai felkészítésben (a sorállománytól kezdve, a tisztképzésig). Eredményesen használható továbbá a katasztrófavédelem, vagy a humanitárius segélyszervezetek azon csoportjainál is, melyek aknaveszélyes körzetbe utaznak feladat végrehajtásra (akár egy földrengés, vagy egyéb katasztrófa helyzet esetén).

---

<sup>12</sup> Tóth József – Lukács László – Volszky Géza: Akna kisenciklopédia, A Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiákért Alapítvány, Budapest, 2013., ISBN 978-963-08-5522-8. pp. 347–348.

<sup>13</sup> Dr. Lukács László: Aknahelyzet Horvátországban és Bosznia-Hercegovinában, Új Honvédségi Szemle 1999/1. szám, pp. 37–49.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Chelminski, R.: Gyilkos mezők (Reader's Digest válogatás 1994.március).
2. Dr. Lukács László: Aknahelyzet Horvátországban és Bosznia-Hercegovinában, Új Honvédségi Szemle 1999/1. szám, pp. 37–49.
3. Tóth József – Lukács László – Volszky Géza: Akna kisenciklopédia, A Tudásmentésért, Tudás Alapú Technológiákért Alapítvány, Budapest, 2013., ISBN 978-963-08-5522-8. pp. 347–348.
4. Hidden Killers – The Global Problem with Uncleared Landmines /Rejtett gyilkosok – a fel nem derített földi telepítésű aknák globális problémája/ (A Report on International Demining prepared by the United States Department of State, Political-Military Affairs Bureau, Office of International Security Operations, 1993).
5. Forrás: <http://nol.hu/archivum/archiv-491909>, Letöltve: 2012.10.02.
6. Forrás: <http://worldweapon.ru/mines/yugoapm.php>, Letöltve: 2012.01.23.

Prof. dr. Lukács László<sup>1</sup>

### ÉPÍTMÉNYEK ROBBANTÁSOS CSELEKMÉNYEK ELLENI VÉDELME<sup>2,3</sup>

*A publikáció a TÁMOP Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt keretében, „Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen” témában folytatott kétéves kutatás eredményeit összegzi. A Magyar Honvédség szerepvállalása a nemzetközi békefenntartó feladatokban sürgető szükségszerűséggé teszik a robbantásos cselekmények vizsgálatát, az ellenük való védekezés adminisztratív, technikai/műszaki és szervezeti lehetőségeinek kutatását. A kutatás eredményeként, egyrészt a magyarországi környezetben található épületek terrorista merényletekkel szembeni védelmének módszereit, eljárásait, lehetőségeit kívántuk kidolgozni. A vizsgálat fő szempontjai alapvetően a szerkezet károsodásának mértéke és a bent lévő emberek életének a védelme voltak. Vizsgáltuk továbbá, hogy az adott környezeti feltételek mellett egy kiemelt fontosságú objektum hogyan tehető biztonságosabbá? Kutattuk az aktív és passzív védekezés lehetőségeit. A kutatás vizsgálta a katonai missziós feladatok létesítményeinek, táborainak védelmi lehetőségeit is. A konferencián a kutatás keretében végrehajtott kísérleti robbantásokról készült film kerül levetítésre.*

*Kulcsszavak: terrorista robbantás, építmények védelme robbantásos cselekmények ellen*

### BEVEZETÉS

A projekten belül kétéves kutatást folytatunk „Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen” témában. A Magyar Honvédség szerepvállalása a nemzetközi békefenntartó feladatokban sürgető szükségszerűséggé teszik a robbantásos

<sup>1</sup> CSc., a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, majd a Nemzeti Közszolgálat Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára.

<sup>2</sup> Bírálta: Dr. Kovács Zoltán egyetemi docens, E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu<sup>3</sup> A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői többek között a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és HMH 1. „Honvéd” Tűzszerész és Hadihajós Ezred, az ORFK Készenléti Rendőrség, Tűzszerész Szolgálat és a TÜV Rheinland InterCert Kft. Bernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Pavel Manas (PhD), Petr Beyr (CSc) és Dalibor Coufal (PhD hallgató), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno), Lubomir Kroupa (CSc) és Jan Mazal (CSc.) University of Defence, Faculty of Economics and Management/ Department of Combat Support Management (Czech Republic, Brno).

<sup>3</sup> A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői többek között a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és HMH 1. „Honvéd” Tűzszerész és Hadihajós Ezred, az ORFK Készenléti Rendőrség, Tűzszerész Szolgálat és a TÜV Rheinland InterCert Kft. Bernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Pavel Manas (PhD), Petr Beyr (CSc) és Dalibor Coufal (PhD hallgató), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno), Lubomir Kroupa (CSc) és Jan Mazal (CSc.) University of Defence, Faculty of Economics and Management/ Department of Combat Support Management (Czech Republic, Brno).

cselekmények vizsgálatát, az ellenük való védekezés adminisztratív, technikai/műszaki és szervezeti lehetőségeinek kutatását. A kutatás eredményeként, egyrészt a magyarországi környezetben található épületek terrorista merényletekkel szembeni védelmének módszereit, eljárásait, lehetőségeit kívántuk kidolgozni. A vizsgálat fő szempontjai alapvetően a szerkezet károsodásának mértéke és a bent lévő emberek életének a védelme voltak. Vizsgáltuk továbbá, hogy az adott környezeti feltételek mellett egy kiemelt fontosságú objektum hogyan tehető biztonságosabbá? Kutattuk az aktív és passzív védekezés lehetőségeit. A kutatás vizsgálta a katonai missziós feladatok létesítményeinek, táborainak védelmi lehetőségeit is.

## 1. A KUTATÁS RÉSZFELADATAI ÉS AZ ELVÉGZETT MUNKA ÖSSZEFOGLALÁSA

### 1.1 A kutatás tervezett részfeladatai az alábbiak voltak:

- A robbantásos merényletek jellemzőinek meghatározása;
- Bekövetkezett robbantásos merényletek – esettanulmányok;
- Kritikus infrastruktúra körébe tartozó létesítmények veszélyeztettségének meghatározása kockázatelemzéssel;
- A robbanási hatások elleni védelmet szabályozó hazai és nemzetközi előírások tanulmányozása, kutatása, összehasonlítása – Elkészült az „Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmét szolgáló hazai és nemzetközi szabályozók, szabványok, szabályzatok, egyéb szakanyagok” c. kutatási adatbázis DVD-n, mely a témával kapcsolatos 323 db dokumentumot tartalmazza, szakszavak által kereshető formában;
- A robbanási lökéshullám építményekre gyakorolt hatásának modellezése, számítógépes programok (ProSAir, ANSYS LS DYNA) alkalmazásával;
- Kísérleti robbantások végrehajtása a robbanási terhek pontosítására – a TÜV Rheinland InterCert Kft közreműködésével + „Kísérleti robbantások háromféle robbanóanyag robbanásfizikai paramétereinek és arányossági jellemzőinek megállapításához” c. dokumentumfilm;
- Az adatok tükrében ajánlások kidolgozása az egyes állandó építmények kialakítására, megerősítésére, védelmi képességének fokozására;
- A program alkalmazhatóságának vizsgálata missziós katonai műveletek Force Protection feladatai során.

### 1.2. Az elvégzett feladatok

A kétéves munkában 7 minősített és 10 nem minősített oktató, kutató, további 3 doktorandusz hallgató, és 3 egyéb szakértő (köztük 1 BSc hallgató), valamint 9 külföldi szaktekintély vett részt.

### A kutatási eredményeket az alábbi formában publikáltuk:

- 12 hazai és külföldi konferencián, 35 előadást tartottunk;
- 83 folyóirat cikket írtunk (magyar, angol és szlovák nyelvű);

- Öt tanulmány készült el:
  - Román Zsolt – Nagy Róbert: VIZSGÁLATI TANULMÁNY a „Robbantásos építményvédelem” kísérleti robbantásainak vizsgálatához;
  - Balogh Zsuzsanna: Épületek minimálisan kialakítandó terrorizmus elleni védelmének szabványa – egységes létesítményi előírások – tanulmány;
  - Dr. Hernád Mária – Daruka Norbert – Gúth Gábor: Robbantásos cselekmények során fellépő egészségkárosító hatások mérése, értékelése, a védekezés módszerei, lehetőségei – tanulmány;
  - Román Zsolt – Nagy Róbert: Lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálata kísérleti robbantások és az építményekre gyakorolt hatások szempontjából – tanulmány;
  - Román Zsolt – Nagy Róbert: Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján – tanulmány.
- Három PhD dolgozatot védtek meg sikeresen a kutatott témához kapcsolódóan kollégáink:
  - Balogh Zsuzsanna: Katonai objektumok robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei – 2013.;
  - Dr. Hernád Mária: A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei – 2014.;
  - Daruka Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására – 2014.
- Két levelező és egy nappali ösztöndíjas PhD halgató folytatja tovább a pályázat keretében megkezdett kutató munkáját:
  - Nagy Róbert okl. építőmérnök (NKE<sup>4</sup> Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2013/2014. tanévtől OE<sup>5</sup>. BGBMK<sup>6</sup> Biztonságtudományi Doktori Iskola, levelező hallgató) – témája „Robbanások hatásának és építményekkel való interakciójának modellezése az építmények merényletekkel szembeni védelmének szempontjából”;
  - Román Zsolt okl. építőmérnök (NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2013/2014. tanévtől OE. BGBMK Biztonságtudományi Doktori Iskola, levelező hallgató) – témája „Robbantásos merényletek elemzése, ellenük való védekezés és annak építményvédelmi vonatkozásai”;
  - Pető Richárd okl. biztonságtechnikai mérnök (OE. BGBMK Biztonságtudományi Doktori Iskola nappali ösztöndíjas hallgató) – témája „Robbantásos cselekmények elleni védekezés eszközei és lehetőségei tömegtartózkodású objektumokban”;
- Hegedűs Katalin biztonságtechnikai mérnöki alapszak (BSc) hallgató: A robbanóanyagok tömeg spektrometriával történő felderítése és analízise – 3. díjat nyert

<sup>4</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem.

<sup>5</sup> Óbudai Egyetem.

<sup>6</sup> Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar.

pályamunka az NKE HHK<sup>7</sup> Intézeti Tudományos Diákköri Konferenciáján (2012. november), bemutatásra került a 2013. tavaszi OTDK<sup>8</sup>-n, ahol 4. helyezést ért el.

- A „Kísérleti robbantások háromféle robbanóanyag robbanásfizikai paramétereinek és arányossági jellemzőinek megállapításához” c. dokumentumfilm, a dolgozat második részében bemutatásra kerülő kísérleteket foglalja össze;
- A KKT-ban résztvevő kollégák által összegyűjtött, a témával kapcsolatos 323 db dokumentumot tartalmazza az „Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmét szolgáló hazai és nemzetközi szabályozók, szabványok, szabályzatok, egyéb szakanyagok” c. kutatási adatbázis DVD-n;
- Végezetül a kétéves munkák eredményei két záró tanulmányban kerültek összegzésre (megírásában 16-an vettünk részt):
  - „Állandó épületek robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei – tervezési segédlet” (544 oldal)
  - „Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei - tervezési segédlet” (519 oldal).

### **1.3. A záró tanulmányok fontosabb fejezetei, témái:**

- A terrorizmus kialakulása, fajtái, alapvető jellemzői, célobjektumai, a robbantásos cselekmények eszközei és egészségügyi hatásai;
- Robbantásos cselekmények általános jellemzői és sajátosságai a különböző hadszíntereken, támadási helyeken;
- Az építmények robbantásos cselekmények elleni védelmével kapcsolatos nemzetközi és hazai civil és katonai szabályozások;
- Robbantásos cselekmények kockázatelemzésének sztochasztikus módszerei;
- Lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálata;
- Épületek robbantás elleni védelmének építészeti szempontjai, biztonsági távolságok;
- Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása a robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján;
- Ajánlások a katonai táborok biztonsági rendszereinek kialakítására, különös tekintettel a robbantásos merényletek megelőzésére, azok hatásainak csökkentésére
- Új irányok a robbanóanyagokat felderítő eszközök területén.

## **2. A KUTATÁS SORÁN ELVÉGZETT KÍSÉRLETI ROBBANTÁSOK**

A XIX. századot a nemzeti szabadságharcok, a XX.-at pedig a világháborúk korszakának nevezhetjük. Vajon a XXI. század a robbantásos terrorista merényletek századaként kerül be a történelemkönyvek lapjaiba?

---

<sup>7</sup> Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar.

<sup>8</sup> Országos Tudományos Diákköri Konferencia.

A terrorista robbantások során az elkövetés egyik módszere, az építmények támadása nem kontakt (a katonai szakterminológia szerint közbehelyezett összpontosított) töltetekkel. A végrehajtás eszköze rendszerint egy gépjármű, melynek méretét a rombolandó építmény, ennek következtében a szükséges robbanóanyag mennyisége határozza meg. A robbanási lökéshullám (amennyiben energiája megfelelő), egyrészt rombolhatja az építmény falait, tartószerkezeteit, melynek következtében – a legrosszabb változat esetén – az összeomló épületszerkezet még a robbanásnál is nagyobb pusztítást végez. Ezt a pusztítást tovább fokozzák magából a felrobbantott járműből származó ún. primer, továbbá a környezetben lévő anyagokból keletkező szekunder repeszek, és a robbanás során keletkező magas hőmérséklet.

Az „Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen” témájú kétéves kutatás keretében célul tűztük ki többek között a robbantásos merényletek jellemzőinek meghatározását, a robbanási lökéshullám építményekre gyakorolt hatásának modellezését számítógépes programok (ProSAir, ANSYS LS DYNA) alkalmazásával, továbbá kísérleti robbantások végrehajtásával az egyes szerkezeti elemek robbanásálló képességének vizsgálatát, a robbanási terhek pontosítását, majd az adatok tükrében ajánlások kidolgozását az egyes építmények kialakítására, megerősítésére, védelmi képességének fokozására.

A mai korszerű, nagysebességű folyamatok modellezésére képes matematikai programokkal vizsgálható, egy adott anyagú és falvastagságú építmény károsodása, különböző távolságban robbantott, tetszőleges töltettömeggű robbanószerkezetek esetén.

A kutatás során azonban valós körülmények között végzett robbantásokkal is igazolni kívántuk a földközeli robbantások nyomásparamétereit, összehasonlítva a kapott értékeket a numerikus szimuláció adataival. Ugyancsak kísérleteket végeztünk a robbanási nyomáshullám visszaverődési jellemzőinek és térben való terjedésének modellezésére.

A kísérleti robbantások tervezését a TÜV-Rheinland InterCert Kft. munkatársai végezték együttműködve a kiemelt kutatási terület saját kutatóival.

A kísérletsorozatban három különböző típusú robbanóanyag hatását vizsgáltuk: a magas hatóerejű brizáns hexogént, a közepes hatóerejű brizáns trotilt és az alacsony hatóerejű brizáns, ammónium nitrát bázisú ANDO-EV-t.

A töltetek külső geometriai méreteinek biztosítása céljából, a kereskedelemben kapható, megfelelő méretű műanyag labdák kerültek beszerzésre, a tervezett töltettömegeknek megfelelő méretekben.

#### Példa a töltet méretekre és tömegekre

Gumilabda átmérők (mm)	TÉRFOGAT (mm <sup>3</sup> )	Tömeg TNT (g)	Tömeg ANDO (g)
60	113040	0,18	0,11
65	143720	0,23	0,13
75	220781	0,36	0,21
85	321392	0,52	0,30
95	448693	0,73	0,42
110	696557	1,14	0,65

120	904320	1,47	0,84
140	1436027	2,34	1,34
180	3052080	4,97	2,84
220	5572453	9,08	5,18
280	11488213	18,73	10,68
400	33493333	54,59	31,15

A robbanóanyagokat az előírásokban rögzített körülmények között, megfelelő biztonsági felszerelésben lévő szakemberek töltötték a labdába, a kísérleti tervnek megfelelően.

A vizsgálatok során a töltetek előírt talajszint feletti magasságban kerültek robbantásra, melynek során egyrészt mérésre került a töltettől meghatározott távolságra és magasságban a szabadterben terjedő robbanási nyomáshullám nyomás/idő paramétere a PCB Piezoelectronics által gyártott 2 db 137A21 típusú külső nyomásmérő szondával.



1. sz. ábra: PCB Piezoelectronics 137A21 típusú külső nyomásmérő szonda<sup>9</sup>

Ezzel egyidőben, a kísérletben résztvevő szakemberek által tervezett mobil falelemek felhasználásával mértük a szabadterben terjedő robbanási nyomáshullám nyomás/idő paraméterét, az acél támfalba beépített, ugyancsak a korábban említett cég által gyártott egy darab 134A22 típusú, tourmalin nyomásmérő reflexiós szenzorral.

<sup>9</sup> A külön nem jelzett képek a szerző felvételei.





2. sz. ábra: A kísérletekhez gyártott mobil falelemek



3. sz. ábra: A falba épített 134A22 típusú, tourmalin nyomásmérő reflexiós szenzor

A gömb alakú töltetek megfelelő magasságban és távolságban történő elhelyezése a vizsgálati tervben rögzítettek szerint történt, egy egyszerű fém állvány segítségével. A kapott értékeket számítógép rögzítette.



4. sz. ábra: A töltetek a külső nyomásmérő szondákkal<sup>10</sup>

Az eredmények kiértékelését segítették a speciális gyorfényképezőgéppel készített felvételek, melyek akár kockánként is kielemezhetővé tették a robbanási folyamatot, vagy filmmé összeállítva tették láthatóvá az egyébként a másodperc töredéke alatt végbemenő folyamatot.

A kísérletsorozat második részében, utca-részlet imitációs robbantását hajtottuk végre, a mobil falelemek áthelyezésével. Az első kísérleteknél egy egyenes utca-szakaszon bekövetkező robbanás hatását mértük. A gyorfényképezés itt is segített a folyamatok megfigyelésében.

A kísérletek végén egy utca kereszteződésben bekövetkező robbanás hatását vizsgáltuk.

---

<sup>10</sup> Foto: Diószegi Imre



5. sz. ábra: Utca részlet imitáció

A kísérleteket egy kiegészítő kutatással bővítettük. „Robbantásos cselekmények során fellépő egészségkárosító hatások mérése, értékelése, a védekezés módszerei, lehetőségei” c. tanulmány készítéséhez végeztek a kísérleti robbantások során méréseket a kutatás egy másik munkacsoportjának tagjai. Ezen belül zajmérést integráló zajszintmérővel, melynek eredményei összevetik a légnyomás mérés eredményeivel, továbbá vegyi mérést Drager Multi Pid többcsatornás gázmérő műszerrel, melynek során mérgező gázok megjelenését mérték a robbanási hely közvetlen környezetében, különös tekintettel a szénmonoxidra és a nitrózus gázokra.



6. sz. ábra: Drager Multi Pid többcsatornás gázmérő

A kísérleti robbantások sikeres befejezését követően, a TÜV Rheinland InterCert Kft. egy 140 oldalas jegyzőkönyvben foglalta össze a mérési eredményeket, melyeket a kutatás szakértői kiértékeltek (lásd az 1.2. alpontban Román Zsolt-Nagy Róbert szerzőpáros tanulmányait), és az összegzett következtetések beillesztésre kerültek a kutatás fent jelzett záró tanulmányaiba.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kétéves kutatás szakmai tervében foglaltakat jelentősen túlteljesítve, az anyagi forrásokkal megfelelően gazdálkodva, munkánkat sikeresen befejeztük. A projekt folyamán kiépített hazai és nemzetközi szakmai kapcsolatok révén, a témával kapcsolatos újabb eredmények megismerése, a program továbbfejlesztésének lehetőségét is magában hordja.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Román Zsolt – Nagy Róbert: VIZSGÁLATI TANULMÁNY a „Robbantásos építményvédelem” kísérleti robbantásainak vizsgálatához
2. Diószegi Imre: VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/ KMR-2011-0001 számú „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” című pályázat keretében, a 4. sz. alprojekt, a „Robbantásos építményvédelem” robbantásos vizsgálatához (TÜV Rheinland InterCert Kft.)
3. Román Zsolt – Nagy Róbert: Lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálata kísérleti robbantások és az építményekre gyakorolt hatások szempontjából – tanulmány
4. Román Zsolt – Nagy Róbert: Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján – tanulmány
5. Kutatói kollektíva (kutatásvezető dr. Lukács László, szerk.: Dr. Szabó Sándor, dr. Tóth Rudolf): „Állandó épületek robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei – tervezési segédlet”
6. Kutatói kollektíva (kutatásvezető dr. Lukács László, szerk.: Dr. Szabó Sándor, dr. Tóth Rudolf): „Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei – tervezési segédlet”

Prof. dr. Lukács László<sup>1</sup>, Szalay András<sup>2</sup>, Dr. Zádor István<sup>3</sup>

### ROBBANTÁSSAL KÉSZÍTETT DRÓTKÖTÉL HUROK<sup>4,5</sup>

*A mindennapok gyakorlatában, a különböző technikai eszközöknél alkalmazott acélsodrony kötelek végén, valamilyen rögzítő eszköz kerül elhelyezésre. Ennek a rögzítésnek kellő erősségűnek kell lennie ahhoz, hogy kibírja azt a húzó/rántó terhelést, melynek a munkavégzés során a kötelet kitesszük, vagyis közelítően azonosnak kell lennie, a kötélt szakítószilárdságával. Az esetek döntő többségében ehhez egy hurkot kell képeznünk a kötélben. A cikkben egy robbantásos módszer kerül bemutatásra a drótkötél hurok kialakítására, 6–8–10–12 mm-es acélsodrony köteleknél. A hurkokat a német NORDMETALL GmbH-nál statikus és dinamikus szakító vizsgálatoknak vetették alá, melyek pozitív eredménnyel zárultak. A technológia gyakorlati alkalmazhatóságát, katonai PMP pontonokon vizsgáltuk.*

*Kulcsszavak: robbantással készült drótkötél hurok, robbanózsínór*

### BEVEZETÉS

A mindennapok gyakorlatában, a különböző technikai eszközöknél alkalmazott acélsodrony kötelek végén, valamilyen rögzítő eszköz kerül elhelyezésre. Ennek a rögzítésnek kellő erősségűnek kell lennie ahhoz, hogy kibírja azt a húzó/rántó terhelést, melynek a munkavégzés során a kötelet kitesszük, vagyis közelítően azonosnak kell lennie, a kötélt szakítószilárdságával.

<sup>1</sup> CSc., a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, majd a Nemzeti Közszerződés Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára.

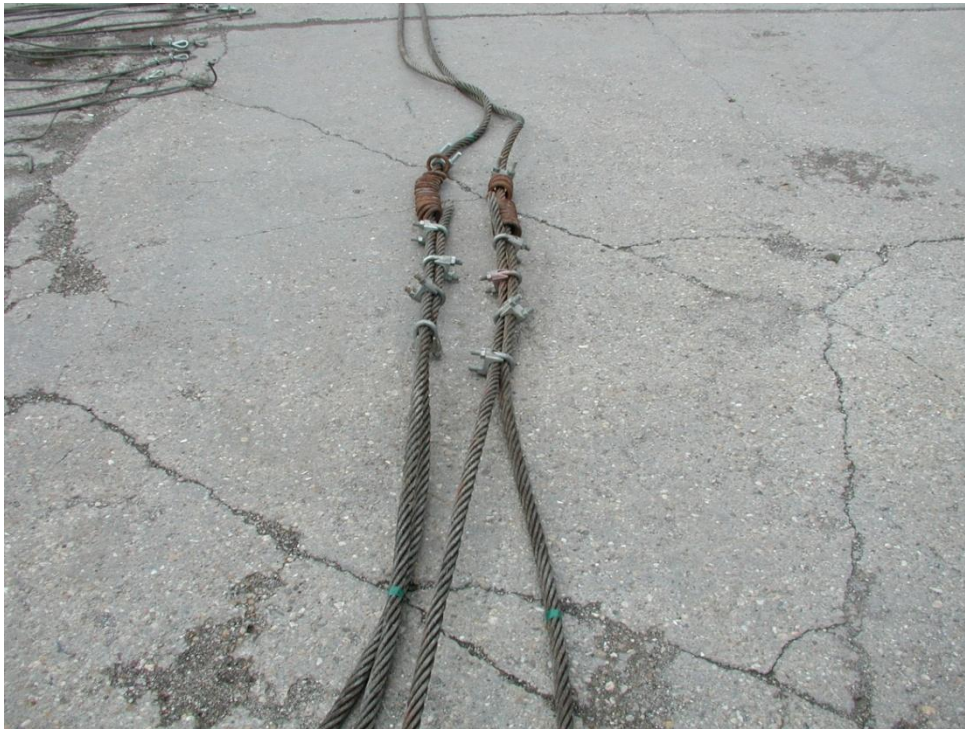
<sup>2</sup> Az S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-fejlesztő Kft. ügyvezetője.

<sup>3</sup> PhD., S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-fejlesztő Kft.

<sup>4</sup> Bírálta: Prof. dr. Szabó Sándor ny. mk. ezredes, egyetemi tanár. Nemzeti Közszerződési Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu.<sup>5</sup> A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Robbantásos fémmegmunkálás elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői a Nemzeti Közszerződési Egyetem, Hadtudományi és HBernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Prof. Dr. Karl P. Staudhammer – Los Alamos National Laboratory (USA); Academician Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Prof.h.c. Athanasios G. Mamalis, National Center Scientific Research „Demokritos” (Athén, Görögország); Pavel Manas (PhD), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno).

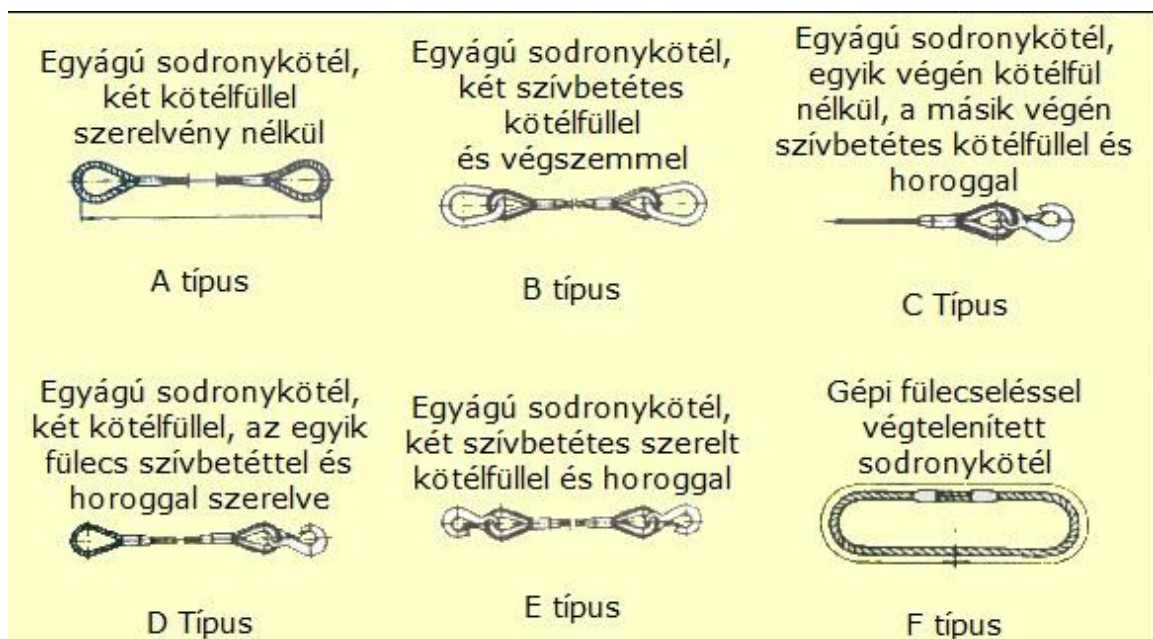
<sup>5</sup> A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Robbantásos fémmegmunkálás elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői a Nemzeti Közszerződési Egyetem, Hadtudományi és HBernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Prof. Dr. Karl P. Staudhammer – Los Alamos National Laboratory (USA); Academician Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Prof.h.c. Athanasios G. Mamalis, National Center Scientific Research „Demokritos” (Athén, Görögország); Pavel Manas (PhD), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno).

Az esetek döntő többségében ehhez egy hurkot kel képeznünk a kötélben, melyre a legegyszerűbb, ugyanakkor a legkevésbé biztonságos megoldás, a csavaros rögzítők alkalmazása (lásd az 1. sz. ábrát).



1. sz. ábra: Hurok készítése sodronykötélre, csavaros rögzítéssel<sup>6</sup>

Ennél sokkal biztosabb megoldást kínál, a hurkok szabványban rögzített módszerrel történő, préselési technológiával történő kialakítása, amit pl. a FUX ZRt. is végez Miskolcon. Termék skálájuk széles körű, melyet az alábbi ábra is bizonyít.



2. sz. ábra: Sodronykötél hurkok a FUX ZRt. ajánlatából<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Foto Dénes Kálmán

Maga a technológia egyszerű, a kétrét hajtott drótkötélre egy ovális, szabványos alumínium záró gyűrű kerül, melyet egy szerszám segítségével, préseléssel rögzítenek.



3. sz. ábra: Hurok préselése<sup>8</sup>



4. sz. ábra: A préselt hurok<sup>9</sup>

A módszerrel különböző vastagságú sodronykötelekre készíthető el, a megfelelő méretű fül.

---

<sup>7</sup> Forrás: a FUX ZRt. honlapja. [6]

<sup>8</sup> Foto Szalay András a FUX ZRt. műhelyében.

<sup>9</sup> Foto Szalay András a FUX ZRt. műhelyében.



5. sz. ábra: Préseléses technológiával készült hurkok, különböző átmérőjű acélsodronyokon<sup>10</sup>

A gond akkor jelentkezik, amikor a munkavégzés során történik szakadás, és a közelben nincs olyan üzem, ahol a javítás elvégezhető lenne. Ráadásul a szállítás idővesztéséget jelent, hiszen a munkagép addig nem dolgozik. Egy civil cég esetében ez csak pénzbeli veszteséget jelent, de a katonai gyakorlatban egyszerűen elképzelhetetlen az, hogy például egy folyóátkelés azért hiúsuljon meg, mert a pontonoknál alkalmazott rögzítő drótkötél elszakadt. A következőkben a probléma gyors, helyszíni megoldásának egyik lehetséges módszerét mutatjuk be.<sup>11</sup>

## 1. A ROBBANTÁSOS FÉMALAKÍTÁS ELMÉLETI ALAPJAI

A robbantástechnika, bár látszólag egy szűk területet jelent a műszaki tudományokon belül, mégis tovább bontható olyan szakterületekre, melyek mindegyike más és más felkészültséget igényel. Ha csak a bányászati robbantásokat nézzük, élesen különbözik egymástól a külszíni, és a földalatti bányaművelés. Teljesen külön szakterületet képvisel az építmények robbantásos bontása, a víz alatti robbanási munkák, vagy a jégrobbantás. A geofizikai kutatások során éppúgy végeznek robbantásokat, mint pl. a kohászatban. Végezetül pedig, létezik az ipari robbantástechnikának egy igen speciális, szűk területe: ez a robbantásos fémalakítás és – megmunkálás.

A szilárd testek mechanikájában feltételezzük, hogy a test egy tetszőleges pontjában ható erő egyidejűleg hozza mozgásba az adott térfogatú test minden elemét, és az erővel arányos gyorsulást eredményez. Másik oldalról, a rugalmasságtanban megengedett, hogy a külső erők, és a szilárd testben keletkező belső feszültségek között, egyensúlyi állapot alakuljon ki. A nagy sebességgel végbemenő folyamatban, a lejátszódó jelenségek a testben létrejövő lökéshullámon keresztül jellemezhetőek.

A robbanás során létrejövő hatalmas nyomás csak néhány mikroszekundumig hat. A detonációsebességgel tovaterjedő (rövid idejű) nyomásimpulzus hatására, a fémfelületen kialakuló feszültségek, a sebesség nagyságától függően különböző módon terjedhetnek a céltárgy belseje felé.

<sup>10</sup> Forrás: a FUX ZRt. honlapja. [6]

<sup>11</sup> Kisátmérőjű drótkötelekkel végzett kísérletek eredményei korábban bemutatásra kerültek a „Fúrás-robbantástechnika 2004” Nemzetközi Konferenciáján, Miskolci Egyetem, 2004. szeptember 7–9. [1]



Ha a detonációsebesség nem éri el a hangsebességet, akkor a felületen képlékeny alakváltozás jön létre, mely elnyeli a robbanás során a fémmel közölt energia egy részét. Ez a képlékeny alakváltozás csak bizonyos mélységig terjed a fém belseje felé. Az alakváltozás mértéke a detonációs termékek közvetlen hatásának helyétől távolodva gyorsan csökken. A detonáció során keletkező gáz-halmazállapotú termékek nyomásának következtében kialakuló húzófeszültségek hulláma ebben az esetben viszonylag kis amplitúdójú, és rendszerint nem okozza sem a fém, sem a kialakuló kötés sérülését. Ezt használják ki a robbantástechnika egy speciális ága, a robbantásos fémalakítás és plattírozás (hegesztés) során. E műveletek során igen lényeges még, a fémfelületről visszaverődő, valamint a különböző közegek fázishatárán áthaladó feszültség-hullámok hatása, továbbá a hullámok találkozási effektusa is. A test szabad felületével párhuzamos frontú sík lökeshullám, azonos amplitúdójú síkhullám formájában verődik vissza, de ellenétes feszültségű előjellel. A nyomóhullám ugyanakkor húzóhullám alakjában verődik vissza.<sup>12</sup>

## 2. ROBBANÓANYAGOK ALKALMAZÁSA A FÉMALAKÍTÁSBAN

A fémlemezek robbantásos alakítása a kor technológiai vívmányának tűnik, de egyes források arról tudósítanak, hogy több mint egy évszázaddal ezelőtt már ismerték és alkalmazták fémek megmunkálására, a robbanás erejét. Állítólag 1878-ban, Manchesterben, bizonyos Daniel Adamson robbanással formált nagyszilárdságú kazánlemezeket. Később Kentben, Claude Johnson formázott robbantással, nehezen megmunkálható fémeket. Ugyanezen forrás szerint, ennek eredményeként jegyezték be Angliában az első robbantásos fémalakítási szabadalmat 1889. szeptember 23-án, fémcső robbantásos tágitása kerékpár váz gyártásakor témában (British Patent no. 21840). 1909. november 9-én, az USA-ban jegyeztettek be szabadalmat, síklemezek robbantásos alakításával kapcsolatban (US Patent no. 939,702). Johnson találmányát az 1950-es évek elején adaptálta a Moore Company of America, és nagyméretű ventilátor tárcsákat kezdett robbantással előállítani, ezzel 15 %-os költségcsökkentést érve el, a hagyományos, mechanikus gyártáshoz képest<sup>13</sup>.

A korai próbálkozások után, a fenti törvényszerűségeket felismerve az 1930-as években kezdődtek fokozott mértékben kísérletek különböző fémalakítási eljárások során, a robbanóanyagok alkalmazására. Ezek eredményeként, az 1950-es évek elején ipari méretekben került felhasználásra lemezek és csövek alakítására, a robbanóanyag robbanása során keletkező energia.

Alapvetően három fő területen találkozhatunk a robbantásos fémalakítással, fém megmunkálással:

- Fémlemezek plattírozása, hegesztése során;
- Fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakításakor;
- Fém- és kerámiaporok tömörítéskor.

---

<sup>12</sup> A robbantásos portömörítés elméleti alapjait, ezen belül a robbanási energia, fémszerkezetekre gyakorolt alakító hatását részletesen tárgyalja: PRÜMMER, Rolf: Explosivverdichtung pulvriger Substanzen, Springer-Verlag, Berlin, 1987.; orosz nyelvű fordítása – Obrabotka poroskoobraznuh materialov vzrúvom (Poralakú anyagok megmunkálása robbantással), Mir, Moszkva, 1990.

<sup>13</sup> MYNORS, D. J. – ZHANG, B.: Applications and capabilities of explosive forming, Journal of Material Processing Technology 125–126, 2002. pp. 1–25. alapján.

## 2.1. Robbantásos plattírozás

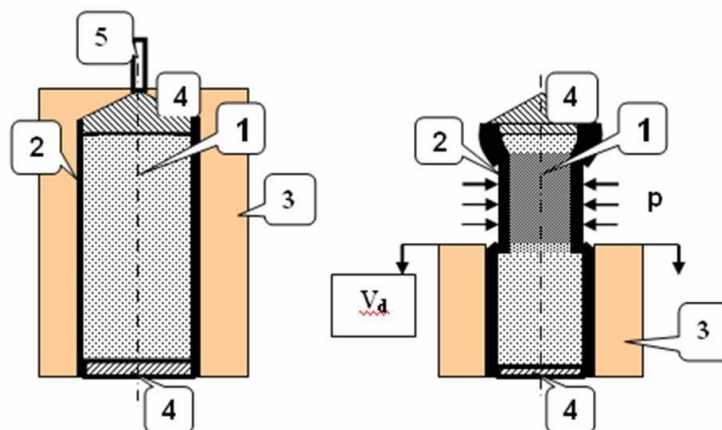
A robbantásos plattírozás olyan, fémek kötésére alkalmazható eljárás, amellyel a legkülönbözőbb paraméterekkel rendelkező fémlemezek, illetve rudak és csövek, egymással szemben fekvő felületei között folyamatos, fémes kötés hozható létre. Külön kiemelendő, hogy az eljárás során olyan fémeknél is létrehozható kötés, melyeknél más, pl. hideg, vagy meleghegerlési, sajtolási módszerekkel ez nem valósítható meg (pl. alumínium-acél, alumínium-titán, stb.).

## 2.2. Fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakítása

Az eljárás során, az elkészített mintába (szerszámba) préselik bele robbantással a fémlemez, illetve csövet, mely ezáltal felveszi annak a formáját. A robbanási lökeshullám energiáját általában víz segítségével juttatják az alakítandó felületre. Mivel csak a formát kell elkészíteni, továbbá egy medencére, és minimális robbanóanyagra van szükség, a módszer különösen gazdaságosan alkalmazható nagyméretű, ugyanakkor kis darabszámban szükséges munkadarabok, pl. tartályfenekek elkészítésekor.

## 2.3. Fém- és kerámiaporok tömörítése

Speciális anyagok előállításakor, pl. szupravezető gyártásnál került előtérbe a fém- és kerámiaporok robbantásos tömörítésének lehetősége (9. számú ábra). Az eljárás lényege, hogy egy plasztikusan alakítható fémcsőbe (tartály) helyezik a kívánt fajtájú kerámia, vagy fémport. A csövet kívülről por alakú robbanóanyaggal veszik körbe oly módon, hogy a kívánt robbanóanyag vastagságnak megfelelő belső átmérőjű csövet helyeznek a munkadarab köré (ez lehet pl. prespán, vagy egyéb műanyag, hiszen a folyamat szempontjából nincs jelentősége, viszont nem célszerű, hogy a robbanáskor komolyabb repeszhatás alakuljon ki miatta). Ezt a robbanóanyagot egy időben iniciálva a teljes hengerpalást területén (pl. egy körbetekert robbanószinórral), a kialakuló „húzógyűrű” beszűkíti a tartályt, összepréselve (tömörítve) a benne lévő port. Az így kialakuló új anyag szilárdságára jellemző, hogy esztergálható, húzható.



6. sz. ábra: A kerámia-por robbantásos tömörítésének elvi vázlata<sup>14</sup>

1 – tömörítendő por; 2 – fémcső (tartály); 3 – robbanóanyag; 4 – végzáró; 5 – gyutacs;  $V_d$  – a robbantással kialakított „húzógyűrű” haladási sebessége

<sup>14</sup> Forrás: S-Metalltech Kft.

### 3. HUOK ROBBANTÁSA ACÉLSODRONY KÖTÉLRE

A különböző külső munkahelyeken úgy az erdőgazdaságban, mint a bányáüzemekben, az elektromos távvezetéseket üzemeltető szerveknél, vagy a katonai gyakorlatban széleskörűen alkalmaznak drótköteleket. Ezek igénybevétele során gyakori a szakadás, melynek helyszíni javítása nem, vagy csak nehézségek révén valósítható meg. Ha pl. a katonai gyakorlatot tekintjük, akkor az elszakadt drótkötelek esetén az összetoldás természetesen robbanásos módszerrel sem oldható meg. Viszont a munka tovább folytatásához, az esetek döntő többségében szükség van a kötél végén a hurokra, mely – elképzelésünk szerint – kialakítható robbantással. A kísérletek megkezdése előtt, az alkalmazandó anyagokkal szembeni követelményeket tisztáztuk.

A fenti fémalakítási technológiák, módszerek tanulmányozása során vetődött fel, az acélsodrony kötélre hurok robbantásának lehetősége. Elgondolásunk szerint, a kötélből kialakított hurokra egy fém csövet húzva, majd azt a cső hengerpalástja mentén, a portömörítésnél bemutatott módon megrobbantva, a cső rásajtolódik a hurkot alkotó kötelekre, megfelelő szilárdságú kötést biztosítva.

#### 3.1. A technológiánál alkalmazott anyagok kiválasztása

*A fémcsőnél* elsődleges szempontként, annak anyagának képlékeny alakíthatóságát tekintettük. Számításaink szerint, a cső anyagát a robbanás lökéshullámának be kellett préselnie a drótkötél pászmái közé. Ezért választásunk, a kereskedelmi forgalomban beszerezhető, Al 99,9 anyagú alumínium csőre esett.

*A robbanóanyag kiválasztásánál több szempontot is figyelembe kellett vennünk:*

- A kereskedelmi forgalomban beszerezhető, az ipari és a katonai robbantástechnikában széleskörűen elterjedt robbanóanyag legyen, hiszen elsődlegesnek tekintettük azt, hogy ne kelljen külön, speciális robbanóanyagot beszerezni, mert ez által pont a módszer gyors, a sérülés helyén történő azonnali alkalmazhatósága veszett volna el;
- Könnyen felszerelhető legyen a csőre;
- Pontosán meghatározható, könnyen adagolható legyen a szükséges töltetmennyiség;
- Időjárástól függetlenül alkalmazható legyen a robbanóanyag, akár nedves körülmények között is;
- Gyutacsindítható robbanóanyag legyen;
- Alkalmazása ne igényeljen speciális felkészültséget a felhasználótól, hiszen a technológia lényege az azonnali, a rendelkezésre álló anyagokkal a helyszínen könnyen, és gyorsan végrehajtható javítás.

A fenti kritériumok alapján döntöttünk a robbanózsínór alkalmazása mellett, mely jól adagolható, a felhasználandó mennyiség a technológiai utasításban pontosan meghatározható, a cső hengerpalástja mentén könnyen elhelyezhető és rögzíthető. Indítása akár villamos, akár pedig robbantógyutaccsal végrehajtható. Időjárási viszonyoktól függetlenül bármikor felhasználható. Kezelésére a Magyar Honvédség minden katonája, már az alapképzés során felkészítésre kerül.

### 3.2. A kísérlet elve

Az acélsodrony kötélből, az alumínium cső segítségével hurkot képzünk oly módon, hogy a rövidebb szálát visszahajtjuk a csőbe. Ezáltal a kötelek kitöltik a cső belsejét, kb. 120°-os elrendezéssel.

A kötélből kialakított hurokra húzott cső adott hosszúságú szakaszán – annak teljes palástfelületén – akkora nyomást kell a robbanás lökeshullámával létrehozni, hogy ez a cső anyagát képlékenyen alakítva, a kívánt mértékű alakváltozást (beszűkítést) hozza létre, ugyanakkor ne roncsolja a cső anyagát.

A cső palástfelületét körülvevő, egyenletes vastagságú, homogén robbanóanyag réteg detonációjának kiváltása után, a robbanás gázhalmazállapotú termékeinek nyomásfrontja, az adott robbanóanyag fajtára jellemző detonációsebességgel (az általunk alkalmazott robbanózsínornál  $v=6500$  m/s) mozgó „húzógyűrűként” halad a cső tengelye mentén, elvégezve a csövön a kívánt alakváltoztatást.

***Az eljárással az alábbi feltételeket kellett biztosítani:***

- Az alumínium cső rásajtolása a hurokra, a cső és a sodronykötél tönkremenetele nélkül menjen végbe;
- A képződő hurok a kötélen által elviselendő szakítóerőt, de legalább a kötélen – a rendeltetésszerű használat során jelentkező húzóerőt – bírja ki.

## 4. NAGYÁTMÉRŐJŰ ACÉLSODRONY KÖTÉL ROBBANTÁSA

A pályázat keretében vizsgáltuk 6–8–10–12 mm átmérőjű acélsodrony kötelekre történő hurok robbantás technológiai lehetőségeit.

Ezen belül, a cikkben – a többek között az 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Zászlóalj által is alkalmazott – 12 mm átmérőjű drótkötéllel végzett kísérlet eredményeit mutatjuk be (lásd a 7. sz. ábrát). Összesen 15 szál STARTLINE20 robbanózsínort használtunk a robbantáshoz, mintegy 30 g össztömeggel.

A nagyobb átmérő miatt, az acélsodrony szál csőbe való visszabújtatása nem jöhetett szóba, ezért kétféle új megoldást próbáltunk ki. Egyrészt, a villamos-iparban kábelkötéseknél használt alumínium illesztő-betétet (7/1. számú ábra), másrészt pedig – kitöltendő a hiányzó acélsodrony szál helyét – kiegészítő alumínium rudak behelyezését a csőbe (7/2. számú ábra).



7. sz. ábra: Ø12 mm-es acélsodrony kötél szerelése elektromos illesztő-betéttel, illetve kiegészítő alumínium rudakkal<sup>15</sup>

A Nemzeti Közszolgálat Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, BUEHLER Metallográfiai Laboratóriumában elkészült metszetek azt mutatták, hogy mind az alumínium illesztő betétes (8/1. számú ábra), mind pedig a kiegészítő alumínium szálakat alkalmazó megoldás (8/2. számú ábra) jó eredményt hozott.

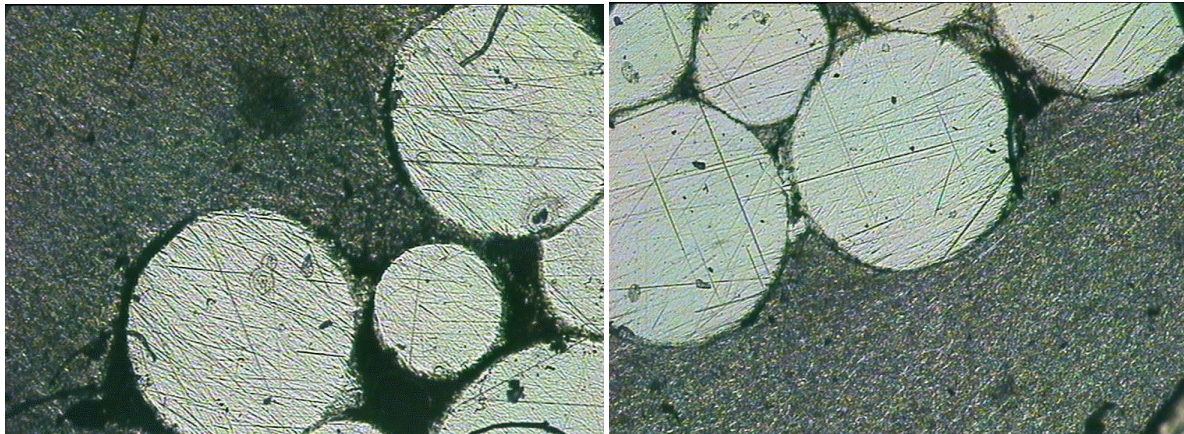


8. sz. ábra: Ø12 mm-es acélsodrony kötélre robbantott hurkok metszeti képe<sup>16</sup>

Hasonlóan meggyőzőek voltak, a metallográfiai mikroszkóp képei is (9. számú ábra).

<sup>15</sup> Foto: Lukács László

<sup>16</sup> Foto: Lukács László



9. sz. ábra: A 8. számú ábra metszetei, 50-szeres nagyításban<sup>17</sup>

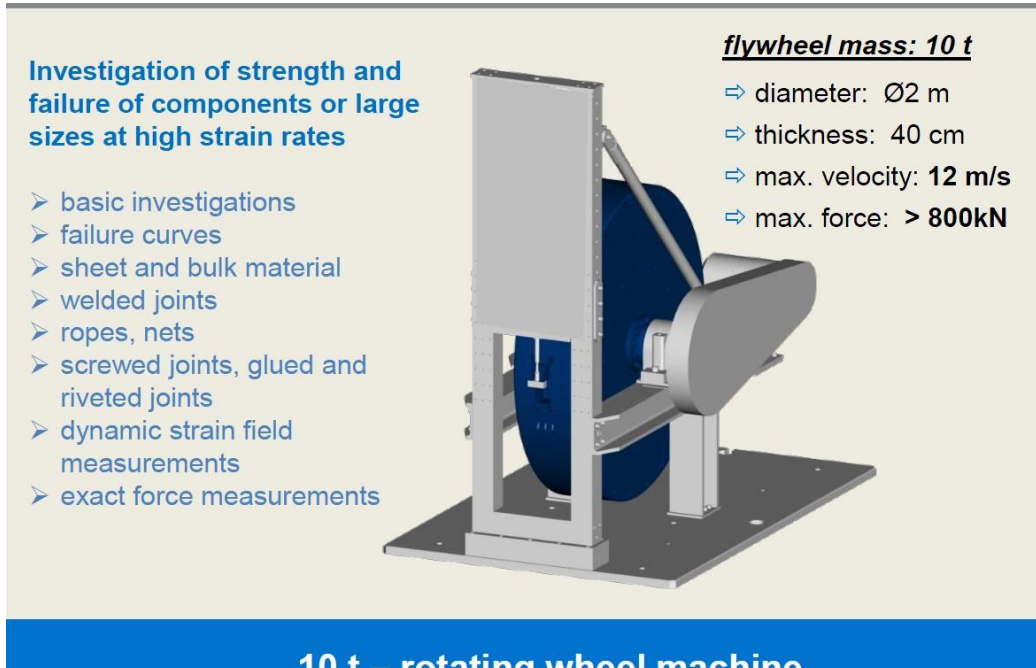
## 5. 6–8–10–12 MM ÁTMÉRŐJŰ DRÓTKÖTÉL HURKOK DINAMIKUS SZAKÍTÁSA ÉS GYAKORLATI KIPRÓBÁLÁSA PMP PONTONOKON

A kutatás befejezéseként szükségessé vált az elkészült mintadarabok, valósághoz közelítő körülmények közötti statikus és dinamikus szakító/rántó igénybevételt szimuláló ellenőrző laborvizsgálatainak elvégzése.

Mivel ehhez megfelelő berendezést Magyarországon nem találtunk, végül a német Nordmetall GmbH-nál tett szakmai látogatásunk során találtunk rá arra a 10 t-ás mérőberendezésre, mely képes hiteles eredményeket szolgáltatni, az általunk készített 6–8–10–12 mm-es drótkötél hurkok, dinamikus erőhatásokkal szembeni megfelelőségéről, terhelhetőségéről.

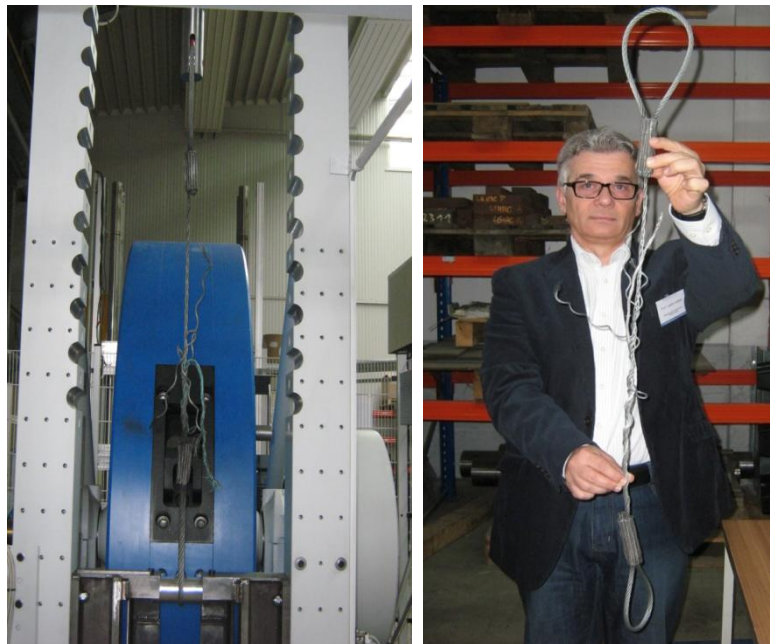
---

<sup>17</sup> Foto: Tamás András



10. sz. ábra: A NORDMETALL GmbH vizsgáló berendezése<sup>18</sup>

A laboratórium, mindkét végén robbantott hurokkal rendelkező, 50–60 cm hosszúságú kísérleti mintadarabokat kért. Az elvégzett és jegyzőkönyvvel dokumentált [4] vizsgálatok megnyugtató eredménnyel zárultak, maximális terhelés hatására egyes szálak elszakadtak, de maga a robbantott hurok nem sérült meg.



11. sz. ábra: Robbantott acélsodrony hurok a vizsgálat után<sup>19</sup>

<sup>18</sup> N. Herzig, L.W. Meyer: A brief introduction to Nordmetall GmbH.

<sup>19</sup> Foto Szalay András

A végső próba olyan katonai eszközökön, valós körülmények közötti kipróbálás volt, ahol a vizsgált átmérőjű drótköteleket alkalmaznak, és azok szakadása esetén, elengedhetetlenül szükséges, a gyors javításuk.

Ilyen nagy felhasználók lehetnek pl. a honvédség pontonos alegységei, ahol a PMP szalaghíd elemekből épített kompok, hidak működtetéséhez nagy mennyiségű drótkötelet használnak fel, vagy a hidász alegységek roham- és kísérő hidakat üzemeltető rajai.



12. sz. ábra: Műszaki tiszti hallgatók pontonos kiképzése a Tiszán<sup>20</sup>

A kísérletek során a Magyar Honvédség illetékesei engedélyének hiányában – az eredeti tervtől eltérően – a Magyarországon egyedülként Nemzeti Közlekedési Hatóság által kiállított hatósági úszómű bizonyítvánnyal rendelkező, az Invesztíció'93 Kft. tulajdonában lévő PMP elemek felhasználásával került a terepen a kísérlet végrehajtásra. Az alkalmazott drótkötelek átmérője 11 mm volt.



13. sz. ábra: A robbantott hurok a PMP parti pontonon<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Foto Dr. Szabó Sándor



A gyakorlati kipróbálás előkészítését és végrehajtását a „Robbantással kialakított acélsodrony kötél hurkok gyakorlati kipróbálása PMP pontonokon” c. dokumentumfilmen örökítettük meg.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kísérleti robbantások azt bizonyították, hogy külső munkahelyeken, a rendelkezésre álló robbanóanyagot és robbantási segédeszközöket alkalmazva, külön felkészültség nélkül, gyorsan elvégezhető a kis- és közepes átmérőjű drótkötelek javítása, hurok robbantásával a sérült részekre.

Nem szükséges a módszerhez új eszközök, felszerelések beszerzése, csak az adott technikai eszköznél alkalmazott drótköteleknek megfelelő alumínium cső, valamint az elektród tartó hevederek tárolandók a szerszamos ládában. A cső kialakítása, a rendszeresített robbanósinór töltet-tömegének függvénye. Kísérleti úton szükséges meghatározni, az adott szervezetnél alkalmazott acélsodrony köteleknek megfelelő alumínium cső méretét (hosszúság, belső és küldő átmérő), és a szükséges robbanósinór szálak darabszámát. A szerelést az egységkészletében található cső segítségével kell végrehajtani, a szintén méretre szabott hevedereknek megfelelő hosszúságú és darabszámú robbanósinór levágását követően.

A kísérletek tapasztalatai szerint a robbantásnak repeszhatása nincs, a robbanás ereje a kötélvéget, mintegy 40–60 cm-re megemelte, majd az visszaesett a földre. Így, akár a jármű mellett, annak a robbanással ellentétes oldalán tartózkodva elvégezhető a robbantás.

A javasolt módszer semmilyen külön felkészültséget nem igényel a Magyar Honvédség alapkiképzésen átesett katonáitól. A honvédségi alkalmazáson kívül, a módszert eredményesen lehetne használni, a szintén acélsodronyt alkalmazó erdőgazdasági és villamosipari cégeknél, bányauzemekben, továbbá a katasztrófavédelmi feladatok során.



14. számú ábra: Különböző átmérőjű, robbantott drótkötél hurkok ( $\varnothing$  6–8–10–12 mm)<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Foto: Lukács László

<sup>22</sup> Foto: Szalay András

Nagy előnynek tartjuk a szerelés gyorsaságát. Egy-egy mintadarab előkészítésére kb. 2–3 percre volt szükség. Mivel a szerelés egyetlen eleme sem igényel speciális felkészültséget, így a módszer külön oktatás nélkül is alkalmazható.

A Robbantásos fémmegmunkálás tárgyú kutatásnak csak egy eleme volt a drótkötél hurkok robbantásos kialakítása. A kétéves munka eredményeként többek között – együttműködve az Óbudai Egyetem (ÓE), Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Karon (BGBMK) dolgozó kollégák, Elektromágneses fémalakítás tárgyú kutatásával – megalkotásra és meghirdetésre került a Nagyenergiájú fémmegmunkálás című tantárgy. A hallgatók, az ehhez kapcsolódóan megírt tananyagból [5] sajátíthatják el ezeknek a speciális technológiáknak az alapjait<sup>23</sup>.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

- [1] LUKÁCS L. – SZALAY A. – BÉRCZES I.: Sodronykötelek kötése robbantással, előadás a Magyar Robbantástechnikai Egyesület, „Fúrás-robbantástechnika 2004” Nemzetközi Konferenciáján, Miskolci Egyetem, 2004. szeptember 7–9. Megjelent a konferencia kiadványában, pp 19-26.
- [2] PRÜMMER, Rolf: Explosivverdichtung pulvriger Substanzen, Springer-Verlag, Berlin, 1987.; orosz nyelvű fordítása – Obrabotka poroskoobraznüh materialov vzrúvom (Poralakú anyagok megmunkálása robbantással, Mir, Moszkva, 1990.)
- [3] MYNORS, D. J. – ZHANG, B.: Applications and capabilities of explosive forming, Journal of Material Processing Technology 125–126, 2002.
- [4] Tensile testing of explosively bonded steel ropes - Nordmetall report NM 22/2013.
- [5] Nagyenergiájú fémmegmunkálás – jegyzet (Szerk. prof. dr. Lukács László – dr. Rácz Pál), Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2013., ISBN 978-615-5305-21-4
- [6] A FUX Zrt. honlapja, <http://www.fux.hu/>

---

<sup>23</sup> Az ÓE BGBK könyvtárában 200, a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen további 48 példányban áll rendelkezésre a jegyzet.

Hernád Mária<sup>1</sup>

## HALLÁSVÉDELEM A ROBBANTÁSTECHNIKÁBAN<sup>2</sup>

*Az egyik leggyakoribb foglalkozási ártalom a halláskárosodás, de ilyenkor leginkább a folyamatosan jelen lévő ipari zajokkal foglalkozunk. Jelentős károsodást okozhat viszont a robbantás során fellépő légnomásváltozás és impulzus zaj is. Előadásomban szeretném bemutatni ezen ártalmak okozta elváltozásokat és betegségeket, a keletkező egészségkárosodás jellegzetességeit összehasonlítva a klasszikus zajártalommal, valamint a megelőzés lehetőségeit.*

*Kulcsszavak: dőreártalom, akut akusztikus trauma, zajártalom, hallásvédelem*

### BEVEZETÉS

Az impulzus zaj okozta és dőrej halláskárosodás nagymértékben különbözik a tartós zajártalomtól. Más mechanizmusok játszanak közre a kialakulásában, különböznek a határértékek, a zajmérés és az eredmények értékelése is problémát okozhat. A robbantási munkafolyamatok kapcsán ezzel a zajtípussal kell számolnunk, ha a kockázatértékeléshez és az egyéni védőeszközök kiválasztásához számba vesszük a lehetséges veszélyforrásokat. Előadásomban szeretném bemutatni a robbantás során fellépő dőrej és impulzus zaj okozta halláskárosodás jellegzetességeit, kialakulását, valamint szeretnék segítséget nyújtani a zajvédelem megfelelő kialakításához, az egyéni védőeszközök kiválasztásához.

### A HALLÁSKÁROSODÁS KIALAKULÁSA

Élettanilag a hallás során a hangnyomás változást alakítja át a fülünk ingerületté, melyet a központi idegrendszer a hallóidegen keresztül kap meg és dolgoz fel. A 20–20 000 Hz frekvencia közötti hangokat a külsőfül vezeti a dobhártyához, a hang azt megrezegteti, a dobhártya átadja a rezgést a hallócsont láncolatnak. A dobhártya és a hallócsontok is erősítőként szerepelnek, majd átadják az energiát a labirintusban lévő folyadéknak, az érzékelő sejtek a folyadék mozgásától kerülnek ingerületbe. A hangnyomást a koponyacsont is közvetíti, így közvetlenül a labirintusba jut az inger, de a külső és középfül erősítő és védő szerepe kiesik.

A dobhártyának egyes frekvenciákon, főleg a 100–200 Hz tartományban nagyobb impedanciája, így a beszédhangokat jobban erősíti, míg a magasabb hangokat kevésbé, a hallócsont láncolattal együtt mintegy 22-szeresére növeli a nyomásváltozást. Az utolsó hallócsontocska mozgását szabályozza egy kis izomköteg (musculus stapedius), mely a

---

<sup>1</sup> MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred.

<sup>2</sup> Bírálta: Prof. dr. Szabó Sándor ny. mk. ezredes, egyetemi tanár. Nemzeti Közszerológiai Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu.

nagyobb nyomásváltozáskor reflexesen összehúzódik, csökkenti a csontocska mozgásterjedelmét, így védi a belsőfület. [ 1]

## Dörejártalom

Akut hallászervi károsodás kialakulhat egy egyszeri nagyintenzitású hang hatására pl. lövés (kb. 150 dB) vagy egy egyszeri, egyetlen hullámból álló aperiodikus légnyomásváltozás és nagyintenzitású hang együttes hatására létrejövő dörejártalom miatt.

A dörejártalomnál a középfül és a belsőfül struktúrájának károsodása következtében általában kombinált típusú halláscsökkenés<sup>3</sup> jön létre. A dörej erejétől függően a dobhártyán kisebb–nagyobb szakadások, a középfülben bevérzés, a hallócsontláncolat ficama, szakadása, az ovális ablak rupturája, a basalmembrán leszakadása, a Corti-szerv, illetve a szőrsejtek károsodása jöhet létre. [ 2]

Mivel a robbanási túlnyomás gyorsabban terjed, mint a hang<sup>4</sup>, ezért előbb a légnyomás–változás okozta károsodás jön létre, mely főleg a hangvezető rendszer (középfül) károsodását okozza, de nagy erejű robbanás akár a basalmembrán leszakadását és a csiga folyadék-rendszerének károsodását is okozhatja.

A fenti elváltozások miatt jellemzően kombinált típusú halláscsökkenés alakul ki. Érvényesül a fej árnyékoló hatása, ezért általában egyoldali a károsodás. A halláscsökkenés mellett fülfájdalom, fülsengés, a hallójáratból véres váladék szivárgása, súlyosabb esetben egyensúlyzavar és hányinger is jelentkezhet. Minden esetben akut szakorvosi ellátást igényel. [ 1]

SEQ táblázat \\* ARABIC 1. táblázat Fülészeti tünetek megjelenése [3]

Tünetek	Tünetek megjelenése (%)
Halláscsökkenés	77%
Fülfájás	15%
Füldugulás érzés	19%
Fülfolyás	25%
Fülsengés	50%
Szédülés	8%

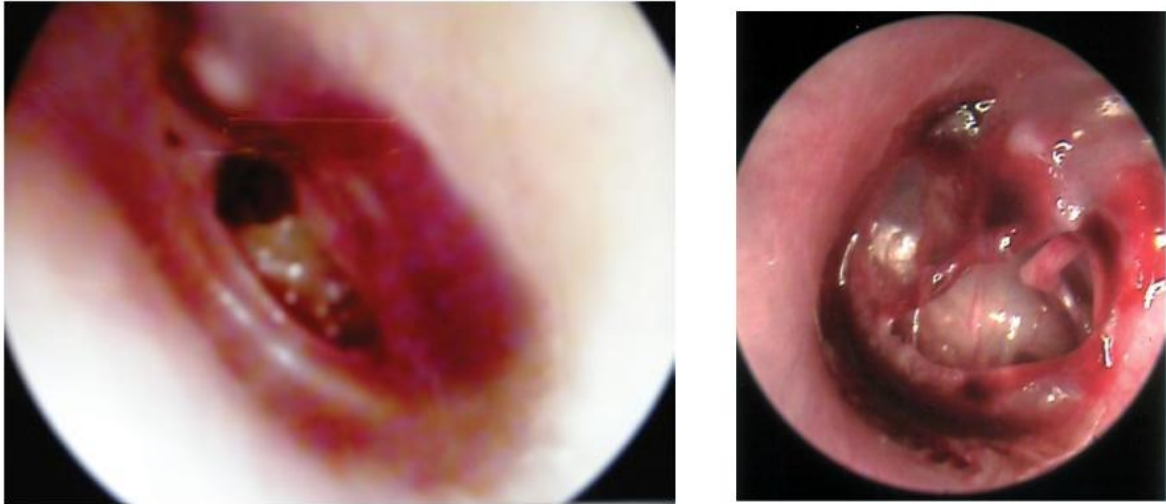
A kezdetben kialakult halláscsökkenés a szakorvosi ellátás után néha spontán is javulhat, a vérömleny felszívódik, a dobhártya-repedés spontán vagy műtéti eljárás hatására gyógyul, a szőrsejtekben bizonyos mértékű regeneráció jön létre, ezért a halláscsökkenés végleges megítélésével, a kártérítési igény elbírálásával fél évet kell várni. A dörejártalom nem foglalkozási betegség, hanem baleset, a bejelentés során is ennek megfelelően kell eljárni. [4]

A robbanásos sérültek esetében 30%-ban maradandó halláscsökkenésre lehet

<sup>3</sup> Kombinált típusú halláscsökkenés: vezetésszerű és idegi halláscsökkenés is kialakul, a vezetésszerű halláscsökkenés lényege a hangvezető és erősítő rendszer (dobhártya, hallócsontok) károsodása, míg az idegi halláscsökkenésnél a jelfeldolgozó rendszer (csiga, hallóideg) nem működik megfelelően.

<sup>4</sup> A hang terjedése levegőben 330 m/s, a robbanási túlnyomás terjedési sebessége az adott robbanóanyag detonációs sebességétől függ  $c = \frac{1}{4} D$  pl. hexogén esetében 5250 m/s. [14]

számítani a sérülést követő fél év után végzett vizsgálatok adatai alapján, az érintettek 5%-ának hallókészülékre lett szüksége. [3]



1. ábra Dohártyarepedés [ 5]

1. táblázat A dohártya repedés osztályozása az elváltozás súlyossága szerint [3]

Osztály	Jellemzők	Megjelenési arány (iraki és afganisztáni adatok) (%)	Megjelenési arány (1967–86 közötti időszakban feldolgozott adatok) (%)
1	tűszúrásnyi vagy 2mm-nél rövidebb lineáris szakadás	6	24
2	25%-nál kisebb területet érint	33	42
3	25–50% területet érint	23	27
4	50%-nál nagyobb területet érint	38	7

A dohártya sérülésének mértékéből következtethetünk a többi szerv, főleg a tüdő sérülésének lehetőségére. Amennyiben egy sérült esetben a dohártya átszakadt, mindenképpen alapos vizsgálat szükséges az esetleges tüdőbevérzések felderítésére, és az első ellátástól kezdve potenciális mellkasi sérültként kell kezelni. [5] Irakban több mint 600 IED<sup>5</sup> támadásban sérült katona adatait dolgozták fel és szignifikáns összefüggést találtak a központi idegrendszeri sérülések és a dohártya átszakadása között, tehát ez a károsodás jelzője lehet a koponyában lezajló folyamatoknak is. [6]

Az impulzív zajra, dőrejre a végtagok hajlító izmai, a gerincoszlopot támasztó izomkötegek és a szem körüli izmok reflexhatásra összehúzódnak (startle reakció). [1]

A dohártya átszakadásának küszöbértéke különböző irodalmi adatok alapján 35–45 kPa, ez alatt fájdalom, bevérzés, átmeneti halláscsökkenés, fülsengés lép fel. 100 kPa körüli

<sup>5</sup> IED= Improvizált robbanóeszköz.

nyomásemelkedésnél 50%-os a valószínűsége, más irodalmi adatok szerint viszont majdnem 100%-os, hogy a dobhártya átszakad. [5] [2] [3]

A dobhártya átszakadásának valószínűségét az alábbi tényezők befolyásolják:

- független a robbanás paramétereitől: dobhártya ellenálló képessége, életkor, esetlegesen fennálló betegségek (otosclerosis), egyéni érzékenység az akusztikus terhelésekkel szemben;
- robbanás tulajdonságaitól függ: a sérült az epicentrumhoz képest hogyan helyezkedik el, csúcsnyomás (csúcsintenzitás), a nyomásgörbe meredeksége, lökéshullám pozitív fázisának időtartama, hullámreflexió;
- környezeti tényezők: szél, domborzat, hőmérséklet. [2]

### **Akut akusztikus trauma**

A légnyomásváltozás nélküli nagyintenzitású hang (125 dB) hatására főleg a magas hangok területére korlátozódó percepció típusú halláscsökkenés alakul ki, ennek típusos formája a lőfegyver elsütése (kb. 150 dB) után kialakuló halláskárosodás.

A robbanás lökéshulláma tovaterjedve a levegőben szintén nagyintenzitású impulzív zajjá alakul, de főleg a mélyebb frekvenciákat érintve. A halláskárosodás jellemzően egyoldali, a fej árnyékoló hatása miatt.

Állatkísérletek segítségével kimutatták, hogy a károsodás kialakulása során az érzékelő szőrsejtek oxigénhiányos állapotba kerülnek és ennek következtében elhalnak, mivel a zaj hatására összehúzódnak az őket ellátó erek. Ezen érzékelő sejtek nem képesek regenerálódni, ezért az elváltozás visszafordíthatatlan, és idegi típusú halláscsökkenés alakul ki. [1] A károsodást fokozza, hogy az egyszeri, nagyerejű, impulzusszerű hanginger hatására olyan nagyfokú endo- és perilymphmozgás<sup>7</sup> jön létre, hogy a Corti-szerv helyenként leszakad a táplálását biztosító membrana basilarisról és azon a ponton elhal. Azok a hangok, melyek karakterisztikus frekvenciája ezen a ponton található, csak jóval nagyobb hangnyomás mellett válnak érzékelhetővé. [1]

Vezető tünet a halláscsökkenés és fülcsengés, fülzúgás, de társulhat hozzá szédülés, hányinger, hányás is. A károsodás mértékét és jellegét a fizikális vizsgálatot követően hallásvizsgálat segítségével állapítjuk meg.

Nem találtak egyértelműen jellegzetes lefutású audiogrammot a robbanás okozta akusztikus traumára, az eredményeket befolyásolta a sérültek életkora, előzetes halláskárosodásuk és a vezetékes halláscsökkenés mértéke. Dobhártya sérülés esetén kisebb arányban keletkezett zajcsipke az 1–4 kHz frekvenciáknál, ez talán a hang erősítő funkció kiesésével magyarázható. Zárt terekben történt robbanás esetén a robbanási túlnyomás növekedésével nagyobb arányban történt dobhártyarepedés is, ezért az érintetteknél szintén a lapos audiogramm volt a jellemző. A következő táblázatban néhány jellegzetes hallásgörbe látható.

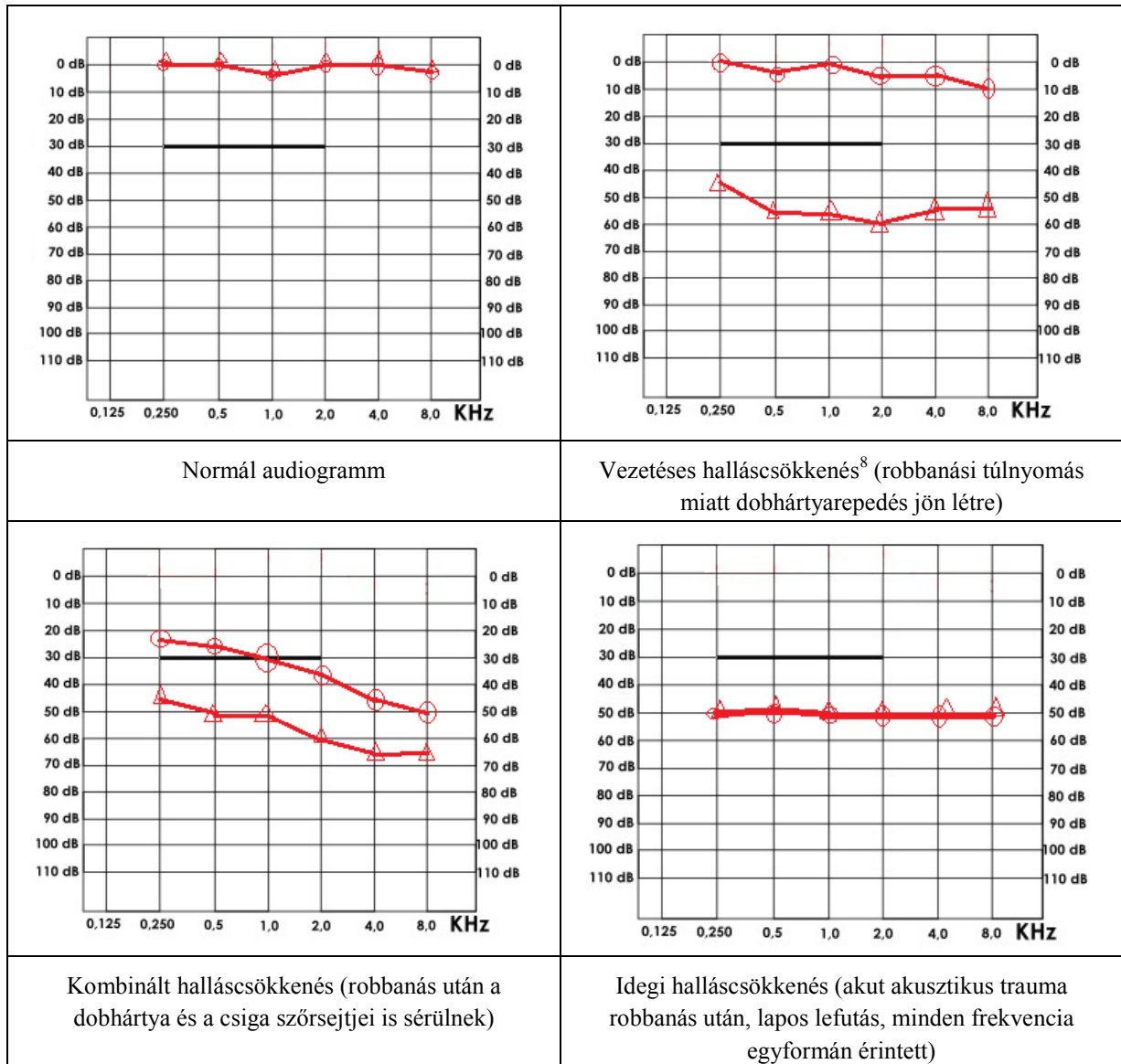
---

<sup>6</sup> Idegi típusú halláscsökkenéskor a belfülben található csigában elhelyezkedő érzékelő szőrsejtek, vagy a képződött jeleket továbbító hallóideg károsodása áll fenn.

<sup>7</sup> Endo- és perilympa: a belfülben található csiga és félkörös ívjáratokon belül, illetve körül elhelyezkedő folyadékok, a hangrezgés az ovális ablakban elhelyezkedő hártyan keresztül az endolymphában hullámokat kelt, amely megmozgatja a csiga szőrsejtjeinek érzékelő szerveit.

[1] [4] [7]

2. táblázat Különböző típusú audiogrammok [4]



### Akut és krónikus zajártalom összehasonlítása

A hosszan tartó zajártalom okozta halláskárosodás az egyik leggyakoribb foglalkozási betegség, az egészségügyi szakemberek főleg ezzel a problémával találkoznak annak ellenére, hogy jogszabályi környezet és a megfelelő védőeszközök elérhetősége által biztosított a betegség megelőzése.

Ahogy a korábbi alfejezetekben bemutattam, más a helyzet az akut impulzív zaj, dőrej okozta ártalmakkal. Az alábbi táblázatban különböző szempontok szerint meghatározásra kerültek

<sup>8</sup> Vezetékes halláscsökkenés akkor alakul ki, ha hangvezető és erősítő rendszer (dobhártya és a dobüregben elhelyezkedő hallócsontocskák) károsodnak.

az akut és krónikus zajártalom legfontosabb jellemzői.

3. táblázat Akut és krónikus zajártalom jellemzőinek összehasonlítása

Jellemzők	Akut	Krónikus
<b>Behatás ideje</b>	Egyszeri behatás következménye	5-10 év expozíciós idő
<b>Prognózis</b>	Gyógyulhat	Maradandó
<b>Halláskárosodás típusa</b>	Vezetékes, idegi vagy kombinált halláscsökkenés	Idegi halláscsökkenés
<b>Oldaliság</b>	Majdnem mindig egyoldali	Kétoldali
<b>Megelőzés</b>	Esetek egy részében megelőzhető pl. kiegyenlítés vizsgálata bűvároknál	Megelőzhető
<b>Bejelentés</b>	Balesetként jelentendő be	Foglalkozási expozícióként vagy megbetegedésként jelentendő be

## IMPULZÍV ZAJOK MUNKAHIGIÉNÉS ÉRTÉKELÉSE

### Alapfogalmak

A zajokat alapvetően három jellemzővel tudjuk leírni, az intenzitással, a frekvenciaspektrumával és az időbeli lefolyással. A robbanásnál fellépő zaj rendkívül rövid idejű és nagy intenzitású, frekvencia-spektrumában a mély hangok dominálnak.

A rövid ideig tartó zaj, az impulzív zaj, melynek meghatározása nem egységes. Egyes szerzők szerint impulzív zajról beszélünk akkor, ha a zaj időtartama 300 ms-nál rövidebb, mások ezt 500 ms-ban jelölik meg. Általában elfogadott, hogy impulzív zajnak kell tekinteni azokat a zajokat, amelyeknél a hangnyomásszint az alapzajhoz képest legalább 20 dB-lel emelkedik és a növekedés 35 ms-nál rövidebb idő alatt jön létre. [1] [8]

Az impulzív zajon belül van egy még rövidebb időtartamú csoport, az impakt zaj, amely 25 µs-nál rövidebb és elsősorban lőfegyverek használatakor keletkezik.

A dőrej (hangrobbanás) egy rendkívül erős, rövid ideig tartó hangjelenség, amely elsősorban légnyomásváltozást okoz. Egy másik megfogalmazás szerint: egyszeri, egyetlen hullámból álló a légnyomás növekedésével is járó zajhatás. A robbanás okozta dőrej spektrumában főleg mély hangok dominálnak. [1]

Az MSZ ISO 1996–1:2003 szabvány [9] az impulzív zajokat 3 csoportba sorolja:

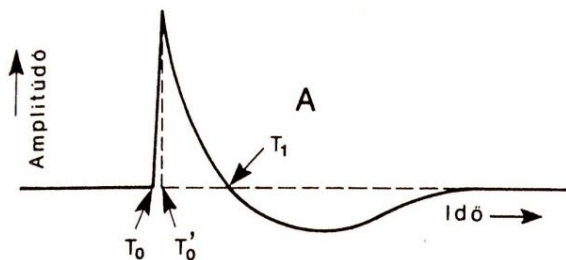
- nagy energiájú impulzív zajforrások: bármely robbanó hangforrás, ahol a TNT tömege meghaladja az 50 g-ot, vagy a hasonló fokú és karakterisztikájú források (például: bányarobbantások, olyan bontási és ipari folyamatok, ahol robbanóanyagokat használnak, katonai lőszer: páncéltörő gránátok, tüzer lövedékek) ez a kategória nem tartalmazza a rövid időtartamú kézfegyverek által generált zajokat;



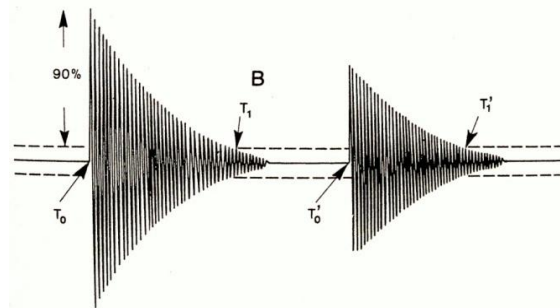
- nagy impulzusú zajforrások: bármely hangforrás, amely nagy impulzusú karakterisztikával rendelkezik (ide tartoznak: kézi fegyverek, kalapácsütés fémen, szögbelövő pisztoly stb.);
- szabályos impulzív zajforrások: azok az impulzív zajforrások, amelyek nem tartoznak sem a nagy impulzusú, sem a nagy energiájú impulzusos zajforrások közé. Ez a kategória magában foglalja azokat a zajokat, amelyek néha olyan hatásúak, mint az impulzív zajok, azonban mégsem tartoznak az előbb leírt impulzív zajforrások közé. Ilyenek például: a gépjármű ajtajának becsapása, templom harangja.
- Az MSZ EN 458:2005 szabvány egy útmutató a hallásvédő kiválasztásához, mely szintén 3 csoportba osztja az impulzív zajokat:
  - 1-es típusú: ahol a legtöbb hangenergia a mély frekvencia tartományban oszlik meg. Például: ütve nyomás, robbanóanyag (1 kg), robbanóanyag (8 kg);
  - 2-es típusú: ahol a legtöbb hangenergia a közepes és a magas frekvenciatartomány között oszlik meg. Például: szögbelövő pisztoly, puska, kalapács (alumínium, acél);
  - 3-as típusú: ahol a legtöbb hangenergia a magas frekvencia tartományban oszlik meg. Például: pisztoly. [10]

Az emberi zajterhelés és halláskárosodás szempontjából a lökés jellegű hangjelek sokkal veszélyesebbek az összes többinél. A rövid, nagyon erős hangok (impulzusos zajok) hatásainak felmérését a hangnyomás csúcserőssége teszi lehetővé. Coles és munkatársai (1968) szerint az impulzusokat két különböző típusba sorolhatjuk. [11]

Az első típusú éles pozitív csúccsal kezdődik, majd egy sokkal kisebb, de időben hosszabb, negatív nyomású szakasszal folytatódik. Ez a puska lövések jellemző idő – amplitúdó grafikonja.



2. ábra Egyszeri impulzus [11]



3. ábra Lecsengő és esetleg ismétlődő impulzus [11]

A második típusnál az impulzus lecsengő jellegű, a csökkenő pozitív és negatív csúcsok a hang frekvenciájának ütemében követik egymást. Emellett például visszaverődések miatt egy második lecsengő jel is előfordulhat.

A rövid idejű hangok hatására bekövetkező hallásküszöb eltolódás többek között azzal is összefüggésben van, hogy a középfül védekező izmai ilyen rövid idő alatt nem léphetnek működésbe. Az időkéstést különböző szerzők 10–40 ms közöttire becsülik. Ezért nagy szerepe van a hangimpulzus meredekségének, és ezáltal elmondható az is, hogy az egyszeri hangimpulzus veszélyesebb, mint a lecsengő típusú. Ha az egymás utáni hanglökések 1 s-nál

közelebbiek, a védekező izmok működésben maradnak. [11]

## Zajexpozíció értékelése

Minden olyan tevékenység esetén zajmérést kell végezni, amikor a munkavégzés során a munkavállalók zajból származó kockázatnak ténylegesen vagy vélhetően ki vannak téve.

Az alábbi értékeket határozzuk meg a munkavállalót érő zajterhelés megállapításához:

- $L_{Aeq}$ : zajterhelés: a munkahelyen fellépő zaj egyenértékű A-hangnyomásszintje;
- $L_{AM}$ : a munkavállaló tényleges – védőeszközzel meghatározott – expozíciója;
- $L_{EX,8h}$ : napi/heti zajexpozíció szintje [dB(A) 20  $\mu$ Pa-ra vonatkoztatva], a zajexpozíció idővel súlyozott átlaga egy nyolcórás munkanapra vagy negyven órás munkahétre vonatkoztatva. A munkahelyen fellépő mindenfajta zaj idetartozik, az impulzusos jellegű zajokat is beleértve;
- $p_{csúcs}$  [ $L_{max}$  vagy  $L_{Cpeak}$ ]: legnagyobb hangnyomásszint: az értékelési idő alatt C súlyozó szűrővel és csúcs (peak) időállandóval mért legnagyobb hangnyomásszint. [12]

A zajexpozíciós határértékek és beavatkozási határértékek a következők:

- zajexpozíciós határértékek:  
 $L_{EX,8h} = 87$  dB(A), illetve  
 $p_{csúcs} [L_{max}] = 200$  Pa [140 dB(C)];
- felső beavatkozási határértékek:  
 $L_{EX,8h} = 85$  dB(A), illetve  
 $p_{csúcs} [L_{max}] = 140$  Pa [137 dB(C)];
- alsó beavatkozási határértékek:  
 $L_{EX,8h} = 80$  dB(A), illetve  
 $p_{csúcs} [L_{max}] = 112$  Pa [135 dB(C)]. [12]

A beavatkozási határértékek alkalmazása esetén az egyéni hallásvédő eszköz hatását nem kell figyelembe venni. A beavatkozási határértékek szabják meg a munkáltató és munkavállaló jogait és kötelezettségeit a zajvédelemmel kapcsolatban, mint orvosi vizsgálatok elrendelése vagy egyéni védőeszközök biztosítása. [12]

A zajexpozíciós határértékek alkalmazása esetén a munkavállalót érő tényleges zajexpozíciót a munkavállaló által viselt egyéni hallásvédő eszköz zajcsökkentő hatásának figyelembevételével kell meghatározni. A zajexpozíciós határértéket nem lehet meghaladni. [12]

A zaj mérése integráló zajsztintmérő műszerrel történik, amelyben különböző szűrőket alkalmazunk a zaj frekvencia összetevőinek a hallószervre kifejtett eltérő hatása miatt:

- „A” szűrővel történik az A-hangnyomásszint meghatározása, itt a mélyfrekvenciás hangokat kevésbé vesszük figyelembe;
- „D” szűrőt kell alkalmazni környezeti zajterhelés megállapításakor pl. repülőterek közelében, figyelembe veszi a külsőfül, mint rezonátor erősítő szerepét;
- „C” szűrővel mért eredmények szükségesek az egyéni védőeszközök kiválasztásához, figyelembe veszi a mélyfrekvenciás komponenseket. [1]

A mérés során a mérési pontot a munkavállaló fülétől 50 cm-en belül kell kijelölni, ha ez nem lehetséges, akkor a mérési pontot a munkavállaló szokásos tartózkodási helyén, álló munkavégzés esetén 1,5 m, ülő munkavégzés esetén 1,25 m magasságban kell végrehajtani. A méréseket a munkavállalók szokásos tevékenysége közben, illetve a zajforrások üzemszerű működése mellett kell elvégezni. A legnagyobb hangnyomásszint mérésekor különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a méréskor valóban a legnagyobb zajszintet okozó üzemi körülmény legyen. Ennek érdekében megengedett, hogy a legnagyobb zajszintet okozó tevékenységet a mérés érdekében célzottan végezzék, illetve az ilyen gépet, berendezést célzottan működtessék. A nem munkafolyamatból származó, de rendszeresen jelentkező, illetve ki nem küszöbölhető zajokat (pl. más üzemszerű zaj, közlekedési zaj) is számításba kell venni. [12] [1]

A megítélési idő 8 óra a műszak, illetve a zajhatás időtartamától függetlenül, ehhez hasonlítjuk a mérési időt, ha egy munkakörben több technológiával vagy munkaterületen zajlik, akkor a munkaidőt fel kell osztani (vonatkoztatási idő) és minden időszakban zajmérést kell végezni, majd ezeknek az értékeknek a súlyozásával lehet kiszámolni a zajexpozíciót.

Az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A–hangnyomásszint meghatározása:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T_m} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (1)$$

ahol:

- $p_A(t)$  az A–szűrővel súlyozott hangnyomás időfüggvénye Pa-ban;
- $p_0$   $20 \times 10^{-6}$  Pa, az alapszint;
- $t_1$  a mérési idő kezdete;
- $t_2$  a mérési idő vége;
- $T_m$   $(t_2 - t_1)$ , a mérési idő s-ban. [12]

Az értékelési idő részidőkre bontása esetén minden egyes „i” részidőre meg kell mérni a zaj  $L_{Aeq,i}$  egyenértékű A–hangnyomásszintjét az előző képlet szerint, majd a következő összefüggéssel ki kell számítani az értékelési időre vonatkozó  $L_{Aeq}$  egyenértékű A–hangnyomásszintet, dB-ben.

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^n \tau_i 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,i}} \right] \quad (2)$$

ahol:

- $L_{Aeq,i}$  az i-edik részidőben ható zaj egyenértékű A–hangnyomásszintje dB-ben;
- $\tau_i$  az i-edik részidő tartama s-ban;

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_i \text{ az értékelési idő s-ban}$$

- n a részidők száma.

Ugyanilyen összefüggésekben a  $L_{Ceq}$  hangnyomásszintet is meg kell határozni. [12]

A fenti eredmények alapján lehet meghatározni a munkavállalót érő zajexpozíciót és kiválasztani a szükséges védőeszközt az alábbi képletekkel:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left( \frac{\tau}{T} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq}} \right) \quad (3)$$

ahol:

$L_{Aeq}$  a zaj egyenértékű A–hangnyomásszintje dB-ben, a  $\tau$  értékelési időre vonatkoztatva;

$\tau$  az értékelési idő s-ban;

$T$  28 800 s, a megítélési idő. [12]

A munkavállalót érő egyenértékű A–hangnyomásszint ( $L_{AM}$ ) meghatározása egyéni hallásvédő eszköz használata mellett:

$$L_{AM} = L_{Ceq} - SNR \quad (4)$$

ahol:

$L_{Ceq}$  az értékelési időre meghatározott egyenértékű C–hangnyomásszint;

$SNR$  az alkalmazott egyéni hallásvédő védőeszköz legalább 80%-os szinten számított csillapítása ( $SNR_{80}$ ). [ 12]

A jogszabályok értelmében a zajexpozíció meghatározásához minden esetben szükséges az  $L_{EX,8h}$  meghatározása, ezért az erre szakosodott laboratóriumok meg is határozzák, de a robbantás-technikában az impulzív zaj természete és a munkaidő egészéhez mérten igen rövid volta miatt nem nagyon van értelme.

## Távolságtörvény

Pontszerű forrás esetén – a robbanás annak tekinthető – a hangnyomás csökkenése a gömbfelület sugarával, vagyis a távolság négyzetével arányos.

$$L = L_w + \lg \frac{D}{4r^2 \pi} \quad (dB) \quad (5)$$

ahol:

$L$  a vizsgált pontban lévő hangnyomásszint;

$L_w$  a zajforrás hangteljesítményszintje;

$D$  irányítási tényező;

$r$  a távolság.

$D$  irányítási tényező:

- teljes szabadtérben:  $D=1$ ;
- egy visszaverő felület esetén (sík terep):  $D=2$ ;
- két visszaverő felület esetén (fal):  $D=4$ ;
- három visszaverő felület esetén (derékszöget bezáró falak):  $D=8$ .

Ebből következik, hogy sík terepen a távolság kétszerezésével 6 dB-t csökken a zajszint, a hangnyomás a negyedére csökken. [8]



4. ábra Zajmérés Feldebrő körzetében lévő robbantási területen [ 13]

## HALLÁSVÉDELEM A ROBBANTÁSTECHNIKÁBAN

A zajártalom esetén a munkáltató köteles a zajexpozíció csökkentését célzó intézkedési tervet készíteni a műszaki, illetve munkaszervezési intézkedési lehetőségek figyelembevételével. [1]

Megelőzés eszközei a zajexpozíciónak kitett állomány esetében:

- a jogszabályok betartása;
- műszaki megoldások: teremakusztika helyes kialakítása építészeti megoldásokkal, különböző hangnyomásszintű munkahelyek elhatárolása, zajvédő fülkék, zajvédő fal építése (3 dB-es csökkentés a felére csökkenti a halláskárosodás veszélyét), kevésbé zajos gépek, automatizálás merülnek fel lehetőségként;
- munkaszervezési szempontból a következőket kell betartani: minimális létszám tartózkodjon és csak minimális ideig zajban. Rövid ideig tartó nagyobb zaj után képes a fül regenerálódni, ha utána 70 dB alatt pihen legalább 16 órát;
- alkalmassági vizsgálatok elvégzése az előírt esetekben;
- sérülékeny csoportok védelme;
- egyéni védőeszközök alkalmazása, amelyeket 80dB felett munkáltató köteles biztosítani, 85 dB felett a munkavállaló köteles használni. [ 1], [12]

A robbantástechnikában – egyes ritka kivételektől eltekintve – az állandóan változó munkahely miatt behatárolt a műszaki megoldások köre, itt főleg a távolságvédelmet és az egyéni védőeszközöket alkalmazzuk.

A kollektív védelem egyik zajscsökkentő intézkedési lehetősége a távolságtörvény alkalmazása. A szabad térben telepített zajforrás által okozott zajszint (L) távolságfüggése, ha a zajforrás legnagyobb mérete (l) és a megfigyelési távolság (r) között az  $l < r$  [m] összefüggés érvényesül:

$$L = L_w + 10 \lg D - 20 \lg r - 11 - \sum K_i \quad (6)$$

ahol:

$L_w$  a zajforrás teljesítményszintje [dB];

$D$  a zajforrás irányítási tényezője;

$K_i$  a hangterjedést befolyásoló korrekciók összege [dB]. [ 8]

Ahhoz, hogy meg lehessen határozni azt a távolságot, ahol a csúcs hangnyomásszint értéke nem lépi túl a rendelet által előírt határértéket, először meg kell határozni, hogy a robbanás helyszínén mekkora a csúcs hangnyomásszint, majd a határértéket behelyettesítve meg lehet határozni a biztonsági távolságot.

A biztonsági távolság lehet kevesebb is, attól függően, hogy milyen a talajtakaró és a környező növényzet, milyen a talaj összetétele, illetve függ az időjárástól, vagy a beépítettségétől is. Ez utóbbi növelheti is a biztonsági távolságot például, ha egy épület oldalán, vagy annak tövében helyezük el a robbanóanyagot. [8]

Amennyiben a zajexpozícióból eredő kockázatot más intézkedéssel nem lehet megelőzni, akkor a munkavállalót megfelelően illeszkedő egyéni hallásvédő eszközzel kell ellátni. Ha a zajexpozíció meghaladja az alsó beavatkozási határértékeket, akkor a munkáltató egyéni hallásvédő eszközt biztosít a munkavállaló részére, viszont ha eléri, vagy meghaladja a felső beavatkozási határértékeket, akkor a munkavállaló köteles a rendelkezésére bocsátott egyéni hallásvédő eszközt a munkáltató által előírt módon viselni. [ 1]

Az egyéni hallásvédő eszközt úgy kell kiválasztani, hogy az megszüntesse, vagy a lehető legkisebb mértékűre csökkentse a halláskárosodás kockázatát. A kiválasztásnál a MSZ EN 458:2005 számú szabvány A. 5. eljárása a minimálisan irányadó: [10]

$$L_{AM} = L_{Ceq} - SNR \quad (7)$$

összefüggés alapján kiszámolható a választandó hallásvédő minimális zajcsillapítási értéke. A zajexpozíció nem haladhatja meg a határértékeket, tehát a  $L_{AM}$  helyébe ezeket az értékeket behelyettesíthetjük.

Az SNR érték egyszerűsített csillapítási érték, az alkalmazott egyéni hallásvédő legalább 80% -os szinten számított csillapítása. [ 10]

Impulzív zajoknál az MSZ EN 458:2005 szabvány (nem kötelező érvényű) B melléklete alapján járunk el, amely impulzív zajok elleni egyéni hallásvédő számításának előírását tartalmazza:

4. táblázat Impulzus zajok osztályozása a védőeszköz kiválasztásához [10]

Zajtípus	Frekvenciatartomány	Zajforrás	$d_m$ (dB)
1	a legtöbb hangenergia a mély frekvencia tartományban oszlik meg	lyuksajtoló gép	L-5
		ütve nyomás	
		robbanóanyag (1 kg)	
		robbanóanyag (8 kg)	

2	a legtöbb hangenergia a közepes és a magas frekvenciatartomány között oszlik meg	szögbelövő	M-5
		fémkalapálás	
		kalapács (acél)	
		kalapács (alumínium)	
3	a legtöbb hangenergia a magas frekvencia tartományban oszlik meg	puska	H

A  $d_m$  érték azt jelzi, hogy az adott csoportban a védőeszköz gyárilag meghatározott frekvenciára lebontott csillapítási értékei közül melyik tartományt kell és mennyivel módosítanunk. Robbantásnál az 1-es típust kell figyelembe venni, amennyiben bizonytalanok vagyunk, a mérés során frekvencia-analízis kell elvégezni.

Robbantásnál a hangenergia nagyobb része az alacsony frekvenciatartományba esik, ezért a hallásvédő eszköz védelmi képességét korrigálni kell. Amilyen mértékben az alacsony (L) frekvenciatartományban a védőeszköz csillapítani tud, ebből az értékből le kell vonni 5 dB-t, a végeredmény lesz a csillapítás értéke, vagyis a korrigált érték:

$$d_m = L - 5. \quad (8)$$

Ennek ismeretében:

$$L'_{\text{peak}} = L_{\text{peak}} - d_m \quad (9)$$

Hallásvédő eszköz kiválasztása során  $L'_{\text{peak}}$ -nek a vonatkozó rendeletben meghatározott zajexpozíciós határértéket vesszük,  $L_{\text{max}}=140$  dB. [10]

A megfelelő zajcsillapítási jellemzők mellett további követelményeknek is eleget kell tennie a hallásvédő eszköznek:

- EK minősítés;
- Viselése kényelmes legyen;
- Ne jelentsen plusz munkahelyi megterhelést, veszélyt vagy kockázatot. [1]

A megfelelő védőeszköz kiválasztásához a következő táblázat nyújt segítséget:

5. táblázat Hallásvédő eszközök kiválasztása [1] [4]

Szemponatok	Vatta	Füldugó	Fültok	Sisak
<b>zajsztint</b>	90 dBA-ig	100 dBA-ig	105 dBA-ig	110 dBA-ig
<b>zaj frekvencia spektruma</b>				
mély	0	igen	igen	igen
magas	igen	igen	igen	igen
<b>napi expozíció időtartama</b>				

8 óra	igen	igen	nem	nem
rövid	nem	nem	igen	igen
<b>munkakörülmények</b>				
oldószer	igen	korlátozottan	igen	igen
meleg	igen	igen	nem	nem
piszkos			igen	igen
nehéz fizikai munka	igen	igen	korlátozottan	igen
intenzív mozgás	korlátozottan	korlátozottan	nem	igen
<b>gyakorlati alkalmazás</b>	nehézkés	tanítható	egyszerű	egyszerű
<b>anatómiai viszonyok</b>	nem	igen	igen	igen
<b>ellenőrzés lehetősége</b>	nehézkés	megoldható	egyszerű	egyszerű

Az előző szempontokat figyelembe véve a hallásvédő kiválasztásánál kifejezetten impulzus zajra tervezett és a mély hangokon is megfelelő teljesítményű eszközt válasszunk. Elsősorban a fültek a választandó vagy a fültek fül dugóval kombinálva. Léteznek elektromos hangerősítő rendszerrel ellátott, szintfüggő fültek is, amelyeket olyan környezetben használnak, ahol változó erősségű vagy impulzusszerű zajkibocsátás ellen kell védekezni, azonban kiemelten fontos a figyelmeztetés, vezényszavak vagy általában a beszédhang hallhatósága. Másik lehetőség a kommunikációs eszközzel, akár Bluetooth-szal ellátott fültek, ami lehetővé teszi a megfelelő kommunikációt. [14]

Robbantási gyakorlatban az is fontos, hogy a választott egyéni hallásvédő eszköz kompatibilis legyen a fejét védő sisakkal, védőszemüveggel, ha szükséges légzésvédővel is.



5. ábra Peltor Com Tac II vékony kivitelű kommunikációs fültek, sisak alatt viselhető [15]

Ha nincs lehetőség fültek viselésére, kifejezetten impulzus zajra kifejlesztett fül dugó alkalmazása szükséges, bár védelmi értékét nagymértékben befolyásolja a használat



minősége, a megfelelő behelyezés is. [14]



6. ábra EAR Combat Arms fül dugó [16]

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az előadásomban és a konferencia-kiadványban megjelent publikációmban bemutattam az akut halláskárosodás kialakulását, főleg robbantási munkákkal, robbanási sérülésekkel kapcsolatban.

Az esetek nagy részében a védőtávolság betartásával, megfelelő védőeszközök alkalmazásával meg lehet előzni ezeket a károsodásokat. A megelőzés során elengedhetetlen a zajexpozíció mérése, ez alapján határozzuk meg a védelem eszközeit. Ehhez próbáltam segítséget nyújtani.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

- [1] UNGVÁRY GYÖRGY, MORVAI VERONIKA: Munkaegészségtan, Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, 2010 pp. 274–289.
- [2] SUSÁNSZKY ZOLTÁN: A robbanás emberre gyakorolt hatása I., Műszaki Katonai Közlöny 1993/4 pp. 3–18.
- [3] AMBER E. RITENOUR, MD, AARON WICKLEY, BS, JOSHUA S. RITENOUR, MD, BRIAN R. KRIETE, MD, LORNE H. BLACKBOURNE, MD, COL JOHN B. HOLCOMB, MC, AND CHARLES E. WADE, PHD: Tympanic Membrane Perforation and Hearing Loss From Blast Overpressure in Operation. *Iraqi Freedom Wounded, J Trauma*. 2008;64: S174–S178.
- [4] ÉKES ERIKA: Halláskárosodottak munkaköri alkalmasságának véleményezése, szakmai segédanyag, OMFI (2004) p. 40.
- [5] BELLAMY, ZAJTCHUK: Pathology of Blast and Impact Injuries. In: R. Bellamy, R. Zajtchuk (Eds.), *Textbook of Military Medicine. Conventional Warfare, Ballistic, Blast, and Burn Injuries, Part 1. Vol. 5*, 221–240. (2010).
- [6] MICHAEL S. XYDAKIS, VIKHYAT S. BEBARTA, COREY D. HARRISON, JONATHAN C. CONNER, GERALD A. GRANT, ANTHONY S. ROBBINS: Tympanic-Membrane Perforation as a Marker of Concussive Brain Injury in Iraq, *The New England Journal of Medicine*, 357;8 August 23, 2007.

- [7] RONEN PEREZ, RETTA GATT, DAVID COHEN: Audiometric Configurations Following Exposure to Explosion Arch Otolaryngol Head and Neck Surg. Vol 126. Oct 2000 pp. 1249–1252.
- [8] WALZ G.: Zaj és rezgésvédelem – Szent István Egyetem, Gödöllő (2007) p.198.
- [9] MSZ ISO 1996-1:2009 Akusztika. A környezeti zaj leírása, mérése és értékelése. 1. rész: Alapmennyiségek és értékelési eljárások.
- [10] MSZ EN 458:2005 Hallásvédők. Ajánlások a kiválasztáshoz, a használathoz, a gondozáshoz és a karbantartáshoz. Útmutató dokumentum.
- [11] TARNÓCZY T.: Hangnyomás, hangosság, zajosság – Akadémia Kiadó, Budapest (1984) p.234.
- [12] 66/2005 (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről.
- [13] Saját készítésű kép.
- [14] GÚTH GÁBOR: Lövés és robbanás által okozott impulzív zajok munkabiztonsági kérdései a Honvédelmi ágazatban szakdolgozat (2010) p. 67.
- [15] PELTOR honlapja <http://peltorcomms.3m.com/> Letöltés ideje: 2010. 08. 08. 14:21.
- [16] EAR honlapja [http://www.e-a-r.com/e-a-r.com/premold\\_detail.cfm?prod\\_family=Combat%20Arms&ind\\_prod\\_num=370-1000001](http://www.e-a-r.com/e-a-r.com/premold_detail.cfm?prod_family=Combat%20Arms&ind_prod_num=370-1000001) Letöltés ideje: 2010. 08. 08. 14: 20.

Pető Richárd<sup>1</sup>

## UAV-K ALKALMAZÁSÁBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK ÉS VESZÉLYEK<sup>2</sup>

*A technikai fejlődés és az aszimmetrikus hadviselés következményeként a civil és katonai szférában egyaránt komoly feladatot jelent a személy- és vagyontárgy biztonságának megtervezése, folyamatos fejlesztése és naprakész állapotban tartása. Sokszor a monetáris célok, olyan lokális - komolyabb esetekben globális- méretű problémákat generálnak, amely biztonsági kérdések és problémák egész sorát vetik fel. A pilóta nélküli repülőgépek (PNR vagy angolul UAV) csomagszállításra történő alkalmazása is az utóbbi kategóriába tartozik. A téma aktualitását és fontosságát is alátámasztja, hogy az utóbbi időben a PNR-ek robbanásszerű fejlődésen mentek keresztül és mostanra már több ezer típusuk létezik. A cikk biztonsági aspektusból vizsgálja a pilóta nélküli repülőgépek alkalmazásában rejlő veszélyeket és ismerteti a védelmi lehetőségeket.*

*Kulcsszavak: pilóta nélküli repülőgép (PNR/UAV), robbantás, terror, létesítmény, védelem*

### FACILITIES AND THREATS OF UAV

*The technical development and asymmetric warfare affect security process significantly. Many times monetary aims generate local or global security difficulties and question chain. Actually drone delivery belongs to previous category. Large type of UAVs and its leap improvement in last some years are well showing the theme actuality and importance. The article examines facilities and threats of using UAVs and it introduces some UAV detecting possibilities.*

*Keywords: UAV, blast, terror, facility, detection, security*

## 1. BEVEZETÉS

Az utóbbi időben talán a legnagyobb globális méretű zűrzavart az Amazon.com<sup>3</sup> cég UAV-k kereskedelmi célú felhasználási szándéka keltette.



1. Kép: Amazon cég csomagszállító drónja<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pető Richárd, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, PhD aspiráns;  
E-mail: petorichard.mk@gmail.com

<sup>2</sup> Bírálta: Prof. dr. Szabó Sándor ny. mk. ezredes, egyetemi tanár. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu

<sup>3</sup> Az egyik legnagyobb, elektronikus kereskedelemmel foglalkozó amerikai cég.

Az elképzelés szerint az UAV-t csomagszállításra használná fel, így a megrendelt árut akár harminc percen belül képes kézbesíteni a megrendelő által megadott címre. Azóta egyre több cég jelenti be szándékát a hasonló szolgáltatás megkezdéséről. [1][2]

Az Amazon.com a kísérleti csomagszállítás tesztelését már eredményesen befejezte. A nyolc rotorral rendelkező repülőszerkezetek (oktokopterek) legfeljebb 2,3 kg-os csomagokat szállítanak a megrendelőknek. A szolgáltatás Amerikában várhatóan 2015-ben, Európában 2016-tól lesz elérhető, addig a szolgáltatás a szabályozások hiánya miatt nem engedélyezett.



2. Kép: Újságot szállító UAV<sup>5</sup>

A terület szabályozása rendkívül összetett, komplex feladat, egyelőre még az Európai Unióban sincs erre vonatkozó egységes szabályozás. Simon Sándor, a Nemzeti Közlekedési Hatóság szakembere kiemelte, hogy egy éve munkacsoportok dolgoznak a szabályozásra vonatkozó szakmai anyag összeállításán, amelyet előre láthatólag június végéig készítenek el. Az elkészült szabályozás kitér a hobbi, üzleti és kereskedelmi célú felhasználásra is. [3][4]

## 2. AZ UAV-BAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK

Eredetileg a 60-as évek eleje óta, a hadsereget szolgáló, hadicélokot ellátó technológia az utóbbi néhány év során került békés szándékú felhasználás tárgyává. A civil-, a rendvédelmi- és a katasztrófavédelmi szervek számtalan alkalmazási területen bevethetik, többek között: [5][6][7][8]

- jogsértő cselekmények felderítéséhez és nyomon követéséhez (ember- árucsempészet, illegális migráció, rablás, rendbontás...);
- kutató- kereső szolgálat;
- objektum területének megfigyelése, őrizete;

---

<sup>4</sup> Forrás: <http://www.gannett-cdn.com/-mm-/f273eb6f71ec4308c31231919173d9506ae054c0/c=193-0-810-464&r=x383&c=540x380/local/-/media/USATODAY/test/2013/12/01//1385949215000-AmazonPrimeAir.JPG>; Forrás: [http://static.indianexpress.com/m-images/Wed%20Dec%2004%202013,%2000:27%20hrs/M\\_Id\\_445430\\_Amazon\\_drone.jpg](http://static.indianexpress.com/m-images/Wed%20Dec%2004%202013,%2000:27%20hrs/M_Id_445430_Amazon_drone.jpg), Letöltés: 2014.05.10.

<sup>5</sup> Forrás: <http://static3.businessinsider.com/image/51583049eab8eaec37000009-480/drones-delivering-mail.jpg>, Letöltés: 2014.05.13.

- időjárás felderítés;
- telekommunikációs támogatás;
- katasztrófa sújtotta területek feltérképezése (árvíz, erdőtűz, ...);
- balesetek területi megfigyelése;
- építmények állapotának ellenőrzése;
- mezőgazdasági felmérések (szántóföld állapota, területi határok meghatározása...);
- építkezési folyamatok támogatása;
- csomagszállítás;
- látvány videók és képek készítése.



3. Kép: Építmény állapotát ellenőrző UAV<sup>6</sup>

*„A drónok lehetővé teszik a számunkra, hogy más szemszögből lássuk a világot, hogy elérhetetlennek tűnő helyeket is elérjünk, mintha mi is repülni tudnánk.”<sup>7</sup>*

### 3. AZ UAV ALKALMAZÁSÁBAN REJLŐ VESZÉLYEK

#### 3.1 Az UAV békés célú felhasználása

Elsődlegesen a légi közlekedés biztonságát érinti a legjobban. Előfordulhat olyan eset, hogy az UAV repülése során pilóta által vezérelt légi járművekkel (akár civil, akár katonai) találkozhat a közös légtérben.[9] Aggodalomra okot a repülőtér közelében elhelyezkedő települések adhatnak, ahol a fel- és leszálló gépek útvonalát keresztezhetik.

Az UAV-k meghibásodhatnak akár repülés közben is. A meghibásodott vagy a rosszul kalibrált eszköz esetleg lezuhanhat, nekiütközhet valaminek vagy valakinek személyi sérülést és vagyoni kárt okozhat.

A pilóta vezérlésű repülőgépekkel ütköző madarak okozta súlyos károk sem ismeretlenek. Számos megoldás létezik például a repülőtér környezetének "madármentes" üzemeltetésére, aminek átvétele talán megoldást biztosíthat az UAV-k szabad közlekedésének. [10] Bár ezzel kapcsolatban is kérdések sora merül fel, de legfőképpen az, hogy az alkalmazott technológia hogyan befolyásolja majd az élő környezetet?

<sup>6</sup> Forrás: <http://www.cartogalicia.com/cartouav/images/stories/md4-1000-2.jpg>, Letöltés: 2014.05.13.

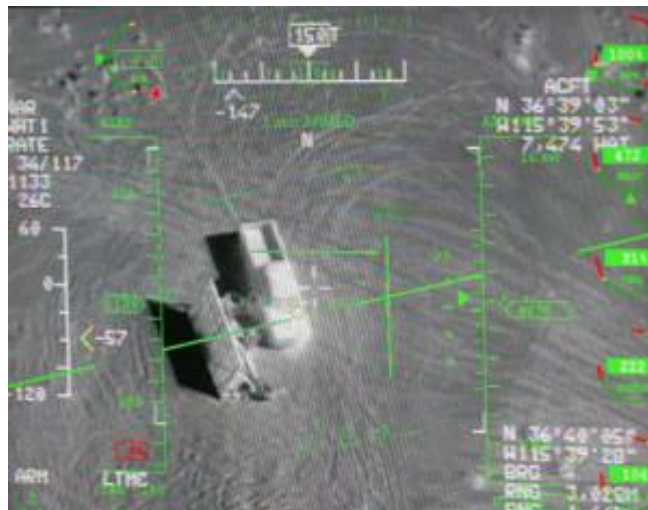
<sup>7</sup> Forrás: <http://www.metropol.hu/cikk/933602-csinald-magad-megfigyeles-barkacsdronek-az-egen>, Letöltés: 2014.05.13.

### 3.2 Az UAV bűnös célú felhasználása

„- Milyen a drónok lehetséges jövője?

- Ez olyan, mint megkérdezni a számítógépek megalkotóit arról, mire lehet majd használni a gépet. Ha van egy technológiád, mint ez, nem tudod megjósolni, mi mindenre lesz majd jó. Megnyílik a lehetőség, hogy az emberek alkalmazásokat kezdjenek gyártani hozzá, saját szükségleteik szerint.”<sup>8</sup>

A katonai, illetve egyes biztonsági szakterületen dolgozók számára nem újszerű az UAV-k felhasználásában rejlő kockázatoknak az ismerete. Órákig, napokig, de akár évekig<sup>9</sup> is a levegőben lehetnek felettünk észrevétlenül. Felszereltségüktől függően megzavarhatják - lehallgathatják a hívásokat, felvételt készíthetnek rólunk a magánszféránkon belül, bárhová követhetnek, olyan információkat képesek összegyűjteni, amelyek már az adatvédelem hatálya alá tartoznak, gyakorlatilag kémtevékenységet folytathatnak a tudtunk nélkül. [11] [12]



4. Kép: „Égi szemek”<sup>10</sup>

Mind ezek mellett egy sokkal markánsabb veszély is rejtőzik a háttérben. Nem mindenki akarja jó célra felhasználni ezeket az eszközöket. Gondoljunk csak a bűncselekményt elkövetők körére, onnan is kiemelve a robbantásos cselekményeket elkövető, akár terrorista személyekre vagy szervezetekre. Az UAV-k engedélyezésével a robbanószerkezetek célba juttatásának egy újabb módszere jelenhet meg. A személyvédelem mellett a létesítmény védelemnek is egy újabb "fejezetét" kell kidolgozni, különösen igaz ez a létfontosságú rendszerek (rendszerelemek), tömegtartózkodású létesítmények vagy szabadterek védelmére. [12]

A tárgykor súlyosságát a felhasználható robbanóanyagok széleskörűsége is jól reprezentálja, a katonai és polgári robbanóanyagok mellett akár a házi készítésű robbanóanyag

<sup>8</sup> Forrás: <http://www.metropol.hu/cikk/933602-csinald-magad-megfigyeles-barkacsdronek-az-egen>, Letöltés: 2014.05.13.

<sup>9</sup> A Titan Aerospace a napelemes drónok gyártására specializálódott.

<sup>10</sup> Forrás: [http://uscrow.org/wp-content/uploads/2013/03/tumblr\\_lgs2haBzod1qdhqfho1\\_400-300x234.jpg](http://uscrow.org/wp-content/uploads/2013/03/tumblr_lgs2haBzod1qdhqfho1_400-300x234.jpg), Letöltés: 2014.05.13.

felhasználására is előtérbe kerülhet. A robbanóanyagot tartalmazó postai küldemények gyakorlati tapasztalatait összesítve, többségében valamilyen brizáns robbanóanyag (TNT, RDX, PETN) került felhasználásra, hiszen abból viszonylag kis mennyiség, 20–100gramm is elegendő a súlyos sérülés vagy halál okozására. Meghatározott foglalkozások munkaköri betöltéséhez a gyanús csomag felismerése alapkövetelményként van előírva, azonban az impregnált robbanóanyagok vagy a keményfedelű csomagok, bélelt borítékok esetében megfelelő felderítő eszköz nélkül nehéz vagy lehetetlen a korai felismerés.

Aggodalomra ad okot az tény is, hogy a bűncselekmény elkövetéséhez az elkövetőnek nem kell a helyszínen tartózkodnia, hiszen a szerkezet felrobbantását a célszemély közreműködésével, érzékelőkkel vagy távvezérléssel<sup>11</sup> is véghez tudja vinni. A számítógép hacker, Samy Kamkar neve is közismertté vált, hiszen "SkyJack" névre keresztelt saját készítésű drónja és szoftvere képes átvenni más drónok felett az irányítást. [13] [14] Ez azt jelenti, hogy akármelyik UAV útvonala, feladata és szállított csomagja kicserélhető az eredetiről eltérőre, mindez akár a feladó észrevétele nélkül.

Az a személy, akinek a rendelését UAV-val kézbesítik, tisztában lesz azzal, hogy a csomag megközelítésével, kibontásával az életét kockáztatja?

## 4. AZ UAV ELLENI VÉDEKEZÉS

### 4.1 Az UAV szoftveres és hardveres elemzése

A védelmi stratégia kialakításának előzményét képezi a veszélynek és a kockázatnak felmérése. A jogi szabályozástól eltekintve, meg kell vizsgálni az UAV-k működési alapelvét, szoftveres és hardveres paramétereit. Az első szembetűnő, kézzel fogható problémát a hardveres paraméterek jelentik. A UVS International nemzetközi szervezet adatai alapján világszerte közel 2000 drón típust regisztráltak jelenleg, melyek akár nagyságrenddel eltérő fizikai paraméterekkel rendelkeznek. [15] Ezt a számot az egyénileg épített és a nem engedélyezett típusok tovább növelik. Hasonló nehézség tapasztalható a szoftveres felmérés során is. Mindössze programozói ismeretekkel kell rendelkezni ahhoz, hogy az eszköz alapértelmezett rendszerét felülírva akárki tetszőlegesen új funkciókkal lássa el eszközét, amit otthoni körülmények között is könnyedén végre tud hajtani.

### 4.2 Az UAV felderítésének lehetőségei

A legtöbb szakirodalom szerint háromféle meghajtást különböztethetünk meg. A három kategória mellett egy negyedik is létezik, mely ugyan nem teljesen illik az előbbieken felsoroltakhoz, de veszélyessége miatt kiemelése nagyon is releváns:

- a sugármeghajtású repülő eszköz;
- a robbanómotoros meghajtású repülő eszköz;
- az elektromotoros meghajtású repülő eszköz;
- „meghajtás nélküli”, légáramlatot felhasználó, sikló repülő eszköz.

---

<sup>11</sup> Lásd IED, gerilla hadviselés.

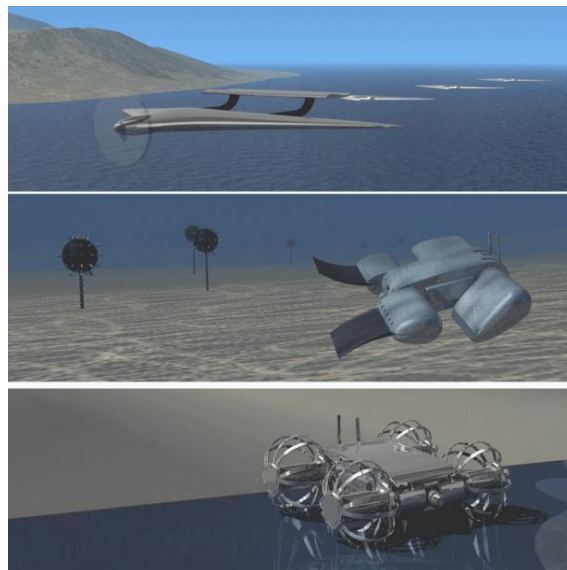
A „meghajtás nélküli”, légáramlatot felhasználó repülő eszközök egyike sem rendelkezik a felsorolt első három meghajtási típussal. A levegőbe juttatását egy hordozó eszköz, például egy másik repülőszerkezet végzi el, majd kellő magasságban vagy helyen a hordozóról leválva, a légáramlatokat kihasználva, siklással közelíti meg az adott célterületet. Ebbe a kategóriába tartozó repülő eszközöknek a többivel ellentétben nincsen számottevő motorzaja és hő kibocsátása, ezért lokalizálásuk problematikusabb.

A detektálási módszer helyes megválasztását nemcsak a szerkezetek meghajtása teszi nehezkessé. A közlekedési lehetőségek szempontjából jelenleg még az első generációs, légi UAV-k az elérhetőek. Néhány év múlva a közeljövőben a második generációs, az úgynevezett hibrid vagy többéltű eszközök fognak teret hódítani. Ez azt jelenti, hogy az UAV-k képesek lesznek a közlekedési ágazatok típusai között váltani. A több éltű UAV-knek a következő kategóriái lesznek elérhetőek:

- légi és szárazföldi;
- szárazföldi és vízi;
- vízi és légi;
- légi, vízi és szárazföldi

típusok.

Az első generációs UAV-vel szemben, ebben az esetben nemcsak légi felderítő eszközökkel kell kiegészíteni a védendő objektumot, hanem földfelszínivel vagy vízzel is.



5. Kép: Hibrid UAV <sup>12</sup>

A hibrid és azon belül is a három éltű UAV-k jelentik majd a legtöbb veszélyforrást és a legnagyobb kockázatot. A kockázatok felmérése és megbecslése jóval körülményesebb, összetettebb feladatnak bizonyul, mint egyébként a többi esetben. Egy tény már most előre látható:

---

<sup>12</sup> Forrás: <http://blogs.discovermagazine.com/d-brief/files/2013/11/multi-modal-drone.jpg>, Letöltés: 2014.05.22.



„Ha az UAV-k és alkatrészeinek fejlesztése továbbra is hasonló ütemben fejlődnek, akkor a hibrid UAV-k bűnös célú felhasználásában rejlő kockázatok nagyságrendekkel túl fogják szárnyalni az első generációs UAV-k kockázatait. Mint robbantásos támadási módszer pár éven belül az egyik legrelevánsabb kockázati tényezőkhöz csoportjába lesz sorolható.”<sup>13</sup>

A légi, szárazföldi és vízi úton is egyaránt megközelíthető létesítményeknek kell a legkomplexebb detektáló hálózattal rendelkezniük. Az UAV-k működési alapelvét, hardveres és szoftveres paramétereit elemezve a detektálásra a legszembetűnőbb megoldásnak az akusztikus, az IR és látható fény, a radar típusú felderítés és ezek kombinációja lehet alkalmas.

Az akusztikus felderítő egységet a védelmi szféra már jelenleg is használja a harcjárművek és a lövések felderítésére, ahol az érzékelő egység a felderíteni kívánt eszköz hangjára van "kihegyezve". [16][17] Ilyen például a „Boomerang” névre keresztelt akusztikus érzékelő rendszer, mely felszerelhető járműre vagy a tripoddal ellátott verziója szinte bárhol az objektum területén gyorsan kihelyezhető, telepíthető.



6. Kép: Harcjárműre szerelt akusztikus felderítő eszköz („Boomerang” rendszer)<sup>14</sup>

A lövés, mint hangjelenség forrásának paraméteres érzékelését a több irányba "néző" mikrofonok, a kapott jel feldolgozását a központi egység végzi el. A kalkulációk elvégzése után a rendszer képes meghatározni a hangforrás irányát, tengerszinthez viszonyított pozícióját és azt a maximális távolságot, ahonnan a lövést még leadhatták.



7. Kép: A Rheinmetall ASLS<sup>15</sup> kijelzője<sup>16</sup>

<sup>13</sup> Pető Richárd; Biztonságtechnikai mérnök – épületvédelem és robbantásos cselekmények.

<sup>14</sup> Forrás: [http://www.bbn.com/resources/img/2011\\_boomerang.jpg](http://www.bbn.com/resources/img/2011_boomerang.jpg), [http://www.bbn.com/resources/img/Boom\\_Vehicle\\_Back\\_Closeup.jpg](http://www.bbn.com/resources/img/Boom_Vehicle_Back_Closeup.jpg), Letöltés: 2014.05.27.

Amennyiben az érzékelők ráhangolhatóak az UAV-k keltette zajokra, felmerülhet, mint lehetséges UAV detektáló rendszer. A rendszer a szélsőséges időjárási körülményeknek ellenáll, azonban az erős szél és vihar kísérté dörgés döntő mértékben befolyásolhatja az érzékelők teljesítményét.



8. Kép: DroneShield <sup>17</sup>

Polgári alkalmazásra (elérhető áron) jelenleg a Drone Shield cég tervezte DroneShield nevű eszköz lehet alkalmas az RC vezérelt UAV-k felderítésére. [18] Az eszköz a Boomerang rendszerhez hasonlóan akusztikus elven működik.

## 5. LÉTÉSÍTMÉNY VÉDELMI MEGOLDÁSOK










Az „általánosnak” mondható robbanószerkezetek detektálása, a hordozóeszközök azonosítása, a romboló hatás csökkentése manapság számos módszer és eszköz alkalmazásával elvégezhető. Azonban az UAV-vel elkövethető robbantásos cselekmények esetében, csekély számú olyan intézkedés (és részben technikai eszköz is) áll rendelkezésre, amivel a cselekmény megelőzhető vagy legalább az elkövetéséhez szükséges idő és út tényező megnövelhető lenne, – mint például a járműtámadások esetében.[19] Intézkedések tekintetében az NCTC<sup>18</sup> bombafenyegetéskor alkalmazandó táblázata sem rendelkezik a minimális és javasolt kiürítési távolságokkal kapcsolatban.

<sup>15</sup> Acoustic Shooter Locating System – lövés helyének hang alapú meghatározása.

<sup>16</sup> Forrás: <http://defesaglobal.files.wordpress.com/2011/07/handheldb.jpg>. Letöltés: 2014.05.27.

<sup>17</sup> Forrás: <http://www.dronesshield.org/wp-content/uploads/2013/09/DSCN0985.jpg>,  
<http://www.dronesshield.org/wp-content/uploads/2013/09/DSCN1042.jpg>, Letöltés: 2014.05.27.

<sup>18</sup> National Counter Terrorism Center.

Veszély típusa	Robbanóanyag mennyisége (TNT egyenérték)	Kötelező kiürítési távolság	Javasolt kiürítési távolság	
	Csőbomba	2.3 kg	21 m	366 m
	Bomba mellény	9.2 kg	34 m	518 m
	(Modell) Pilóta Nélküli Repülő járművek	~ 15 kg	?	?
	Kézitáska / aktatáska	23 kg	46 m	564 m
	Szedán	227 kg	98 m	580 m
	Kisteherautó / Kisbusz	454 kg	122 m	732 m
	Csomagszállító jármű	1,814 kg	195 m	1,159 m
	Tartálykocsi	4,536 kg	263 m	1555 m
	Nyerges vontató	27,216 kg	479 m	2,835 m

9. Táblázat: NCTC által javasolt kiürítési távolságok<sup>19</sup>[20]

Az intézkedések, a szabályozások, a kiforrott felderítő eszközök hiányának ellenére megoldást jelent a rádiófrekvenciás zavaró egységek alkalmazása vagy az építmények szerkezetének passzív megerősítése. Az építmények szerkezeti megerősítéskor különös tekintettel kell lenni az üvegezett felületek megfelelő méretezésére, mert azok a robbanás repeszhatását növelik, így további sérüléseket okozhatnak. A technikai eszközök alkalmazása mellett fontos az élőerős védelem szakmai továbbképzése elméleti és gyakorlati szinten egyaránt. A továbbképzési törzsanyagban célszerű kitérni az UAV főbb típusfajtáira, a keresési folyamatokra és az intézkedési módszerekre.

<sup>19</sup> A táblázat kiegészítésre került a (Modell) Pilóta Nélküli Repülő járművek kategóriájával.

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK

Azoknak az UAV-knak a detektálása, amelyek kis radar hatásos keresztmetszettel rendelkeznek, az akusztikus felderítés egy lehetséges alternatíva lehet. Más felderítési módot is figyelembe véve, mint technikai lehetőség kizárólagos alkalmazása azonban nem lesz alkalmas a második generációs UAV-k detektálására, ezért mindenféleképpen több megoldás együttes alkalmazásával kell ellátni a védendő objektumokat. Az UAV-vel elkövethető robbantásos cselekmények kivédésére a megfelelő felderítő-, intézkedési módszer hiányában a legalkalmasabb megoldásnak jelenleg a rádiófrekvenciás zavaró egységek alkalmazása vagy az építmény szerkezetének passzív megerősítése lehet. A létesítmény védelmi fokozata az élőerő alkalmazásával és szakirányú továbbképzésével egy bizonyos mértékig növelhető.

### FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Magyar Logisztikai, Beszerzési és Készletezési Társaság: Csomagszállító drón tesztelését kezdte meg hétfőn a német postavállalat. Forrás: <http://mlbkt.hu/2013/12/csomagszallito-dron-teszteleset-kezdte-meg-hetfon-a-nemet-postavallalat/>, Letöltés: 2014.05.13.
2. Metropol – A robotizált szállítás ötlete egyre komolyabb. 2013.12.12. Forrás: <http://www.metropol.hu/gazdasag/cikk/1122657>, Letöltés: 2014.05.10.
3. Nemzeti Közlekedési Hatóság- Küszöbön a drónok szabályozása. Forrás: <http://www.nkh.hu/Sajtoszoba/Lapok/dron.aspx>, Letöltés: 2014.05.10.
4. ProfitLine - Egyre sürgetőbb a pilóta nélküli repülőgépek szabályozása. 2014.05.08. Forrás: <http://profitline.hu/hircentrum/hir/311190/Egyre-surgetobb-a-pilota-nelkuli-repulogepek-szabalyozasa>, Letöltés: 2014.05.10.
5. Roczkov Ferenc: Egy új magyar pilóta nélküli eszköz (PNRE) fejlesztésének koncepciója. Forrás: <http://www.zmne.hu/tanszekek/ehc/konferencia/may/roczkov.htm>, Letöltés: 2014.05.13.
6. Hvg.hu: Meghökkenítő képek: mi mindenre jók a drónok. Forrás: [http://hvg.hu/tudomany/20130721\\_Meghokkento\\_kepek\\_mi\\_mindenre\\_jok\\_a\\_drone](http://hvg.hu/tudomany/20130721_Meghokkento_kepek_mi_mindenre_jok_a_drone), Letöltés: 2014.05.13.
7. Metropol: Csináld magad megfigyelés: barkácsdrónok az égen. Forrás: <http://www.metropol.hu/cikk/933602-csinald-magad-megfigyeles-barkacsdronok-az-egen>, Letöltés: 2014.05.13.
8. Dróngyárat vett a Google. Forrás: [http://hvg.hu/tudomany/20140415\\_Drongyarat\\_vett\\_a\\_Google](http://hvg.hu/tudomany/20140415_Drongyarat_vett_a_Google), Letöltés: 2014.05.14.
9. Dr. Palik Máttyás: Pilóta nélküli repülés - Légi közlekedésbiztonság. Forrás: [http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2008\\_cikkek/Palik\\_Matyas.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2008_cikkek/Palik_Matyas.pdf), Letöltés: 2014.05.14.

10. Makkay Imre: Robotrepülőgépes madárriasztó rendszer. Forrás:[http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012\\_cikkek/78\\_Makkay\\_Imre-Robotrepulogepes\\_madarriaszto\\_rendszer.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/78_Makkay_Imre-Robotrepulogepes_madarriaszto_rendszer.pdf), Letöltés: 2014.05.14.
11. Dajkó Pál: Pilóta nélküli repülőgépek fogják megfigyelni az állampolgárokat. Forrás: [http://itcafe.hu/hir/nagy-britannia\\_uav\\_megfigyeles.html](http://itcafe.hu/hir/nagy-britannia_uav_megfigyeles.html), Letöltés: 2014.05.14.
12. Pető Richárd: Sűrűn lakott, forgalmas helyszínek létesítményeinek védelme robbantásos cselekmények ellen. Műszaki Katonai Közlöny, XXIII. évfolyam, 2013. 1. szám; 58–68. oldal.
13. Drónvadász drónt épített a hírhedt hacker. Forrás: <http://komlomediamedia.hu/hir.php?hir=4133#sthash.wuMIPckP.iKCPi0LC.dpbs>, Letöltés: 2014.05.14.
14. SkyJack - autonomous drone hacking. Forrás: [http://www.youtube.com/watch?v=EHKV01YQX\\_w](http://www.youtube.com/watch?v=EHKV01YQX_w), Letöltés: 2014.05.14.
15. UAV-International. Forrás: [http://uvs-international.org/index.php?option=com\\_comprofiler](http://uvs-international.org/index.php?option=com_comprofiler), Letöltés: 2014.05.14.
16. Makkay Imre: Elektroakusztikai eljárások légi járművek felderítésére. Forrás: [http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014\\_cikkek/2014-2-28-0157\\_Makkay\\_Imre.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014_cikkek/2014-2-28-0157_Makkay_Imre.pdf), Letöltés: 2014.05.14.
17. Raytheon BBN Technologies. Forrás: [http://bbn.com/products\\_and\\_services/boomerang/](http://bbn.com/products_and_services/boomerang/), Letöltés: 2014.05.27.
18. Drone Shield. Forrás: <http://www.droneshield.org/technology/>, Letöltés: 2014.05.27.
19. Pető Richárd: Forgalomkorlátozó- és irányító eszközök és egyéb szabályozások stratégiai alkalmazása katonai és polgári célú létesítmények járművel történő robbantásos cselekmények elleni védelme során I. Műszaki Katonai Közlöny XXIII. évfolyam, 2013. 2. szám; 209–221. oldal.
20. Pető Richárd: Defence and evacuation problems of building for masses. International Conference On Military Technologies, 2013 Faculty of Military Technology, University of Defence in Brno.

Fenyeres Tamás<sup>1</sup>

## ÚJ IRÁNYOK A ROBBANÓANYAGOKAT FELDERÍTŐ ESZKÖZÖK TERÜLETÉN<sup>2</sup>

*Az a találékonyság és az a kreativitás, amelynek az a célja, hogy a civilizált világot elpusztítsák, vagy legalábbis megfélemlítse, határtalan. Ez a tény igaz volt a történelem során, különösen a XX. századra, de ezalól a napjaink sem jelentenek kivételt. Az ellenség motivációjának megértése a hétköznapi ember számára szinte lehetetlen feladatnak tűnik, de a hatóságoknak, és az ezzel foglalkozó szervezeteknek, hasonlóan kreatív módon kell megalkotni az erre adandó választ.*

*Az utóbbi 3 évben rohamos növekedést tapasztalhattunk a robbanóanyag felderítő eszközök területén. Ez különösen igaz abban az esetben, amikor a vizsgálat viszonylag távol van a robbanóanyagtól. A dolgozatomban a legújabb vizsgálati eljárásokat, módszereket, és az ehhez kapcsolódó eszközöket, illetve az erre adható választ kívánom bemutatni.*

*Kulcsszavak: lézerindukált elektromosan vezető polimerek, mikrokonzol (mikromechanikai) szenzorok, terahertz spektroszkópia*

### 1. A ROBBANÓANYAGOK (FIZIKAI, KÉMIAI) TULAJDONSÁGAI

A robbanóanyagokat csoportosíthatjuk magas hatóerejű robbanóanyagok, hajtóanyagok és, pirotechnikai elegyek szerint. A magas hatóerejű robbanóanyagok primer (iniciálól), szekunder (brizáns) robbanóanyagok. A hajtóanyagok a lőfegyverek hajtóanyagai, rakéta hajtóanyagok.

A primer robbanóanyagokhoz sorolhatjuk pl. TATP, HMTD, NG-t, amelyeket kémiai tulajdonságaik alapján nehéz biztonságosan kezelni. Az üzemanyag és oxidálószer keveréke pl. ANFO, és a feketelőpor. Oxley és Smith nemrégiben igen részletes áttekintést nyújtott, különös tekintettel a peroxid alapú robbanóanyagok [1] fizikai, és kémia tulajdonságait.

A szekunder (brizáns) robbanóanyagok esetén katonai, és ipari robbanóanyagokról beszélhetünk. [2]

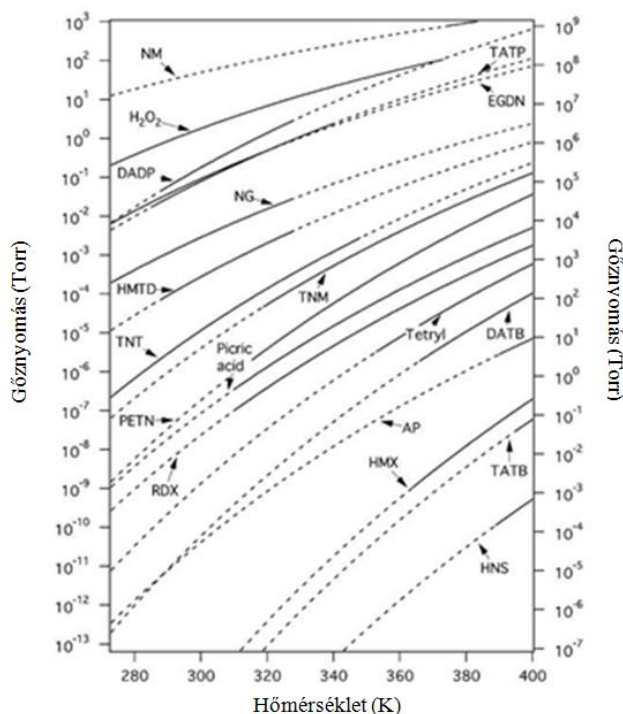
Az utóbbi időben a robbanóanyagok gőznyomás hőmérséklet függőségét kutatták beható módon. A gőznyomás hőmérséklet függőségét szemlélteti az 1. ábra a NM, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, TATB, DATB, a Nitroglicerin, és a TNM esetén [3],[4],[5],[6]. A csomagolásról a magas gőz / pára nyomású anyag gyorsan elillan [7], [8] így, az eddig nem vizsgált alacsonyabb gőznyomású anyagok időfüggésére támaszkodva új mintavételezési eljárást kell alkalmazni.

(A gőznyomás (tenzió) adott hőmérsékleten a folyadékával egyensúlyban lévő telített gőz nyomása. Minden szilárd test és folyadék állandóan elgőzölög. Ugyanakkor minden gáz állandóan lecsapódik (kondenzálódik). Ez a két folyamat párhuzamosan zajlik. Dinamikus egyensúlyról akkor beszélünk, ha az elpárolgó folyadék és lekondenzálódó gáz mennyisége állandó. Azt a parciális nyomást nevezzük gőznyomásnak, amelynél egy adott hőmérsékleten a dinamikus egyensúly fennáll.)

<sup>1</sup> Fenyeres Tamás E-mail: [tamas.fenyeres@gmail.com](mailto:tamas.fenyeres@gmail.com)

<sup>2</sup> Bírálta: Prof. dr. Lukács László CSc., a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, majd a Nemzeti Közszolgalat Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára.

A felderítés ebből következően eljárások statisztikai modellezésével történhet [9]. A diffúziós folyamatot erősen zavarja a légköri turbulencia, amelynek a következménye a koncentráció térbeli és időbeli változása. Ezen túlmenően, a csomagolás rendkívül fontos szerepet játszik a robbanóanyagok felderítésében [10]. Az IED kimutatására alkalmazott általánosan alkalmazott módszereket foglalta össze Turecek [11].



1. ábra. Néhány robbanóanyag gőznyomása a hőmérséklet függvényében.<sup>3</sup>

A normál vonalak a kísérletben mért adatokból származnak, míg a szaggatott vonalakhoz extrapolációval jutottak.

## 2. ÁLTALÁNOS ÁTTEKINTÉS, A LEGÚJABB EREDMÉNYEK

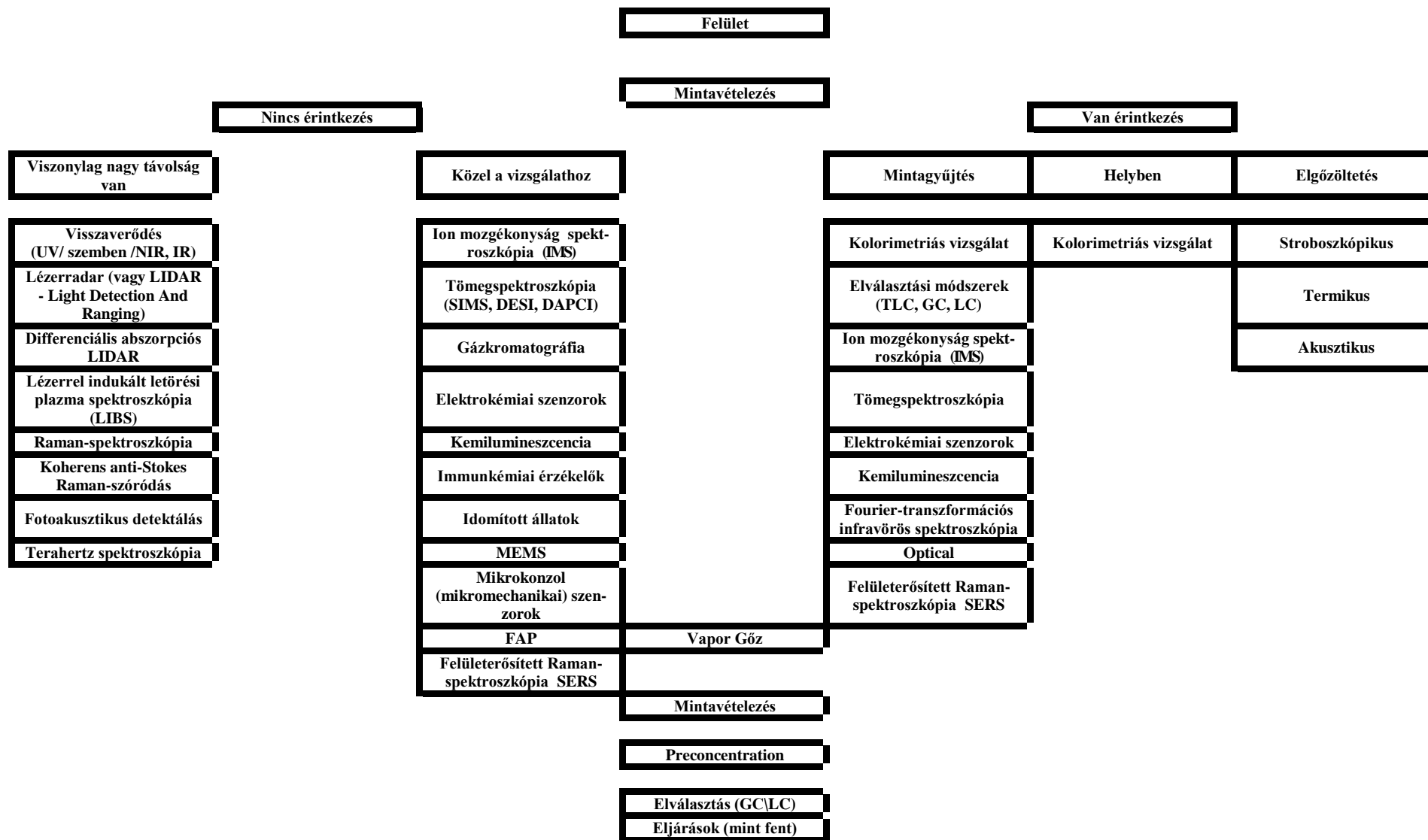
A robbanóanyag érzékelése a kipárolgáson vagy a részecskék felderítésén alapul. (trace / vapor detection) Ezen csoportosításon alapuló eljárásokról viszonylag széleskörű irodalom van.

Egy új típusú csoportosítás lehet, amikor a vizsgálat lehet, hogy a vizsgálandó anyaggal a detektálás során érintkezésbe kerülünk-e vagy sem.

- Abban az esetben, amikor nincs közvetlen érintkezés az analízis során, a csoportosítást tovább folytathatjuk aszerint, hogy képesek vagyunk-e távoli vizsgálatra, vagy közeli elemzésre lesz szükségünk. Az utóbbin nem értünk mást, mint azt hogy a mintának át kell haladnia egy detektoron.
- Az érintkezéssel történő vizsgálat esetében a begyűjtött mintát, egy elővizsgálat után, további eljárásoknak vetjük alá, például a mintára reagenst fűjük, vagy a mintát elpárologtatjuk a felületről. Azokban az esetekben, amikor kontaktus jön létre a vizsgálatok során, az ekkor alkalmazott módszerek bizonyítottan többet jelentenek, mint egy mintavételi protokoll.

Ezt szemlélteti az alábbi táblázat.

<sup>3</sup> Forrás: Xiang, H. W., & Tan, L. C. (1994). New vapor-pressure equation. International Journal of Thermophysics, 15, 711.





Az utóbbi években számos konferenciát, és Workshopot rendeztek, amelynek témája (sokadszorra) a robbanóanyagok felderítésére alkalmas rendszerek bemutatása volt. A SPIE konferenciákon ismerhettük meg, mint legújabb módszerek egyikét, a Terahertz technológiát, amely a katonai és a civil szférában egyaránt alkalmazható rendszer. A 2004, 2005, 2006 SPIE szimpózium másik fontos témája a szenzorvezérelt, intelligens technológiák bemutatása volt.

Csak néhány tanulmány foglalja össze átfogó módon az új típusú detektálási technológiákat. Ilyen például a Délkelet-Európában alkalmazott BIOSENS terv [12].

A taposóaknák automatikus felderítése és lokalizálása a kémiai érzékelők, és a statisztikai jelfeldolgozási technikák segítségével is történhet. A robbanásveszélyes anyagok gőze, amely akár eltemetett taposóaknából is származhat, könnyedén modellezhető egy kétrétegű rendszer a diffúziós folyamatával, ahol a rétegek a föld és a levegő. A koncentráció-eloszlás a mérési és statisztikai modellek segítségével határozható meg. Segítségével az érzékelő teljesítménye növelhető, és elkerülhető a téves riasztás. A mérési eredményeket kémiai érzékelők segítségével szerezhetjük meg, amelyeket statisztikai eljárásokkal értelmezhetünk.

A svéd közreműködéssel megvalósított taposóakna és a fel nem robbant tűzérési lövedékek (UXO) felderítésére szolgáló rendszer a „multi optical mine detection system” (MOMS) [13]. Ezt a svéd EOD és Aknamentesítési Központ (SWEDEC) fejlesztett ki. Az UV, VIS és NIR, valamint hő-, multi-spektrális és hiperspektrális távérzékelők, egy 3-D lézer radarral, vagy polarizáció érzékelőkkel együtt használatos. Ezeket az érzékelőket vagy ballonra, vagy állványra szerelik. Az újgenerációs porlasztásos eljárásokról Lareau, valamint Nambayah és Quickenden publikált. Az utóbbi kutatópáros publikációjában az észlelési határok (LOD - limit of detection) [14] alapján hasonlítja össze a detektálási módszereket. Az utóbbi esetben a probléma a referencia anyagok standardizálásával van. Erre ad hatékony választ a piezoelektromos NIST pára porlasztó (piezoelectric ink-jet nozzle), amellyel még pontosabb észlelési határokat (LOD) érhetünk el.

Továbbá ismert még a mintavételezéskor, a minta előkészítéskor alkalmazott „tintasugaras” porlasztás (ink jet technology) [15], és a pneumatikus porlasztás (pneumatically assisted nebulization), és a nanométer átmérőjű ( $1 \times 10^{-9}$  m) RDX molekulák esetén alkalmazott aeroszolos jet technológia (aerosol jet techniques) [16].

### 3. MINTAVÉTELEZÉSI ÉS MINTADÚSÍTÁSI MÓDSZEREK

#### 3.1 Mintavételezés

Az Egyesült Államok Nemzeti Tudományos Akadémiája felhívást tett közzé átfogó a robbanóanyag felderítési technológiák érzékenységének, és szelektivitásának, és, valamint az ellenőrzési szabványok kidolgozására.

A National Institute of Standards and Technology (NIST) munkatársai Gillen és kollégái kifejlesztettek egy új módszert ezen adatok standardizálására. Az eljárás során piezoelektromos fűvőkán áramoltatják át az ismeretlen összetételű mintát, amelyet már a nem porózus kerámia bevonatú platina ellenállásos hőmérsékletérzékelő detektor segítségével össze tudják hasonlítani az ismert koncentrációjú, kalibrált vegülettel.

Ide tartozik, a nyomokban előforduló robbanóanyagok kimutatására szolgáló, a kolorimetriás vizsgálat. Ennek során metilciklopentadienil-mangán-trikarbonil ( $C_9H_7MnO_3$ )-t ágyaznak egy polimerbe, majd UV-sugárzásnak vetik alá [17].

A kolorimetriás vizsgálat, mint mintavételezési eljárás is szerepelhet a detektálás folyamatában.

### 3.2 Mintadúsítás

Mivel a legtöbb robbanóanyag pára koncentrációja alacsony, ezért a mintavételezést követően dúsításra van szükség. A dúsítás után a robbanóanyagot alkotórészeire bontjuk, azaz megkezdődik az elválasztás folyamata.

Az elválasztás egyik fajtája az extrakciós folyamat:

A molekulák eltérő oldhatóságán (azaz polaritásán) alapuló elválasztási módszer az extrakció. A mintákat ennek a folyamatnak a segítségével bontják alkotó elemeire. Ilyen eljárás a például a szuperkritikus extrakció [18], vagy például a szilárd-folyadék extrakció [19] (valamely szilárd fázis alkotórészét kioldással átvisszük folyadékfázisba).

A folyékony minták esetében Loknauth és Snow használta először a szilárd fázisú extrakció egyik változatát, amelyet keverőbabás extrakciónak nevezünk (Stir Bar Sorptive Extraction). A keverőbabás extrakció egy egyensúlyi megoszláson alapuló technika (a szerves anyagok megoszlási hányadosuktól függő arányban kötődnek a talaj, az üledék, ill. a lebegőanyag szilárd fázisához).

Egy másik új módszert, amelyet a taposóaknak esetében lehet alkalmazni, az az akusztikus időtükrözés koncentráció.

Ezek és az ehhez hasonló technikák a robbanóanyagok azt a tulajdonságát használják fel, hogy azok rendkívül könnyen abszorbeálódnak a környezetükben, így például a mintavételezési egységben is.

Kannan és munkatársainak a kutatása olyan polimerekre vonatkozik, mint például a Carbowax és a poli-dimetil-sziloxán (PDMS), amely mint abszorbens a SAW detektálásnál használatos [19].

Nem publikus, de nagyon jól felhasználható, amit Oxley és munkatársai publikáltak, hogy az emberi haj, de különösen a fekete haj, rendkívül jól nyeli el a robbanóanyag páráját, így ez nagyon jól használható a felderítés során [20].

Végül egy másik fejlesztés a reptereken használatos beszállókártyákra, mint mintavételi eszközre vonatkozik. A rövidhullámú infravörös sugárzás révén lehet elérni a deszorpciót, amelyet a tömeg spektroszkópiás vizsgálat követ [21].

## 4. NYOM / PÁRA DETEKTÁLÁS

### 4.1 Idomított állatok

Az egyik legalapvetőbb, legfontosabb eljárásnak továbbra is a kutyás vizsgálat tekinthető. Időközben más állatokat is vizsgáltak. Méheket képezték ki, hogy felleljék az eltemetett aknákat, amelyek aztán a LIDAR módszerrel követhetőek nyomon [22]. A robbanóanyagokat a lepkék rendkívüli szaglásának segítségével is ki lehet mutatni. A kutyák érzékeléséhez hasonló a patkányoké, azonban alacsonyabb tenyésztési és tartási költségük, valamint lehetőség van egyszerre több állat képzésére, valamint a képzési idő is jóval rövidebb [23].

### 4.2 Nanotechnológia

A határ MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems – mikroelektromechanikai rendszerek) eszközök és nanotechnológia érzékelők között egyre inkább elmosódik.

A TNT kimutatására Larsson és munkatársai bemutattak egy újszerű biochipet (biochip: Szintetizált szerves molekulákból készített chip, 1000-szer gyorsabbnak tartják a szilikon chip-nél és 100 000-szer kevesebb áramot fogyasztanak.) önszerveződő monoréteg (Self Assembled Monolayer, SAM) felhasználásával, amely hidroxil végződésű oligoetilén-glikol alapú védőcsoportot tartalmaz. A TNT három különböző izomerjét különböző arányokban mutathatjuk ki, és, vagy felületi plazmon rezonancia (surface plasmon resonance, SPR), vagy kvarckristály mikromérleg (quartz crystal microbalance – QCM) jelátvitel segítségével [24], [25].

### **4.3 Mikrokonzol (mikromechanikai) szenzorok, Nanomechanikai detektorok**

Ezek, az atomerő mikroszkópiákban alkalmazott mikrokonzolok megfelelő módon kialakított változatain alapulnak. Az 1990-es évek elején alkalmazták önálló detektorként femtojoule felbontású fototermikus spektroszkópiás mérésekhez. Fizikai kiterjedésére jellemző, hogy 0,2–1  $\mu\text{m}$  vastag, 20–100  $\mu\text{m}$  széles és 100–500  $\mu\text{m}$  hosszú rugalmas lapkák, amelynek egyik vége egy szilárd tartóhoz van rögzítve. Ez a megkötött célmolekulák súlyával arányosan néhány nanométert hajlik meg. A meghajlás mértékére optikai, kapacitív elven működő eljárással következtethetünk. Általában a mikrokonzol elhajlását a lapka végére irányított lézersugár visszaverődésén keresztül, optikai detektorral követik nyomon. A mért paraméter, az elhajlás vagy a rezonanciafrekvencia szerint különböztetjük meg. Így statikus, vagy dinamikus mikrokonzol szenzorokról beszélhetünk.

Az érzékelők százai helyezhetőek el egy mikro-elektromechanikus rendszer MEMS chipen. A legújabb előrelépés ebben a technológiában, hogy érzékeli a meghajlást és elkerüli, azt hogy a lézer lepattanjon a konzol végétől.

Pinnaduwege és munkatársai kereskedelmi forgalomban beszerezhető piezorezisztív konzol tömböket használnak [26] (piezorezisztív hatás: Az elektromos ellenállás megváltozik a mechanikai feszültség/deformáció hatására. Az ellenállás változásának okai: méretváltozás, illetve a fajlagos ellenállás megváltozása). Azt találták, hogy a legalacsonyabb észlelési határ a TNT esetén 520 ppt (A ppt (parts per trillion) (A rendszer egységében lévő, tehát tömeg-, vagy térfogat-, vagy pedig anyagmennyiség-egységében, millió (10<sup>12</sup>) résecske szám.).

Li és munkatársai piezorezisztív elemekből építettek vékonyréteges, monokristályos szilikonréteget, amely teljesen körül van zárva SiO<sub>2</sub>-val. Ebben az esetben az észlelési határ a 20 pptv közelében van.

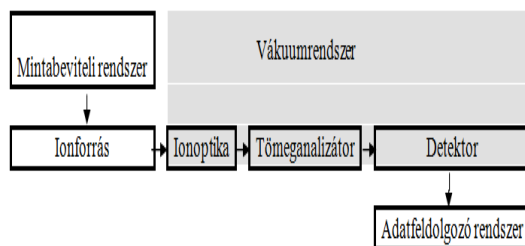
Voiculescu és munkatársai rezonáns mikrokonzolt terveztek, és gyártottak CMOS technológiával (Complementary Metal-Oxide Semiconductor: komplementer fém-oxid félvezető), piezorezisztív jelátvitel segítségével [27]. Metalloporfirint (a porfirinek fémionokkal alkotott komplexei) használtak érzékelőként, ahol a felület anyaga nitroaromás, a kvarckristály mikromérleg (QCM) érzékelőben [28].

Pinnaduwege és munkatársai a TNT-t piezorezisztív mikrokonzol segítségével mutatták ki. A robbanóanyagok gőzei esetében interferenciát okozhat a víz, vagy az alkohol. Hasonló eszközt használtak a különböző robbanóanyagok deszorpciós jellemzőinek mérésére [29].

## **5. ION DETEKTÁLÁSI MÓDSZEREK**

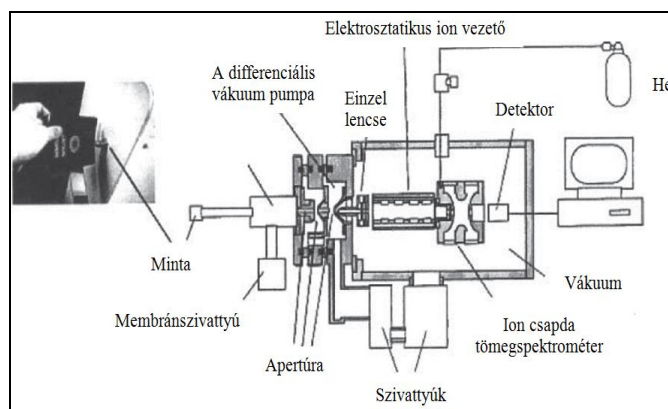
### **5.1 Tömegspektroszkópia**

A tömegspektrométer olyan berendezés, amely semleges részecskékből ionokat állít elő, majd ezeket az ionokat elektromágneses terek segítségével tömeg/töltés arányuk szerint elválasztja.



2. ábra A tömegspektroszkóp blokkvázlata<sup>4</sup>

Az ionforrásban a vizsgálandó molekulából/atomokból valamilyen gerjesztő energia (kinetikus, fény, elektromos, kémiai, stb.) segítségével ionok jönnek létre. Az ionoptika biztosítja azt, hogy ezek az ionok lehetőleg azonos kinetikus energiával, egy nyalábban mozgatva jussanak az analízatorba, ahol tömeg/töltés hányadosuk ( $m/z$ ) alapján kerülnek szétválasztásra. Az így elválasztott ionok intenzitását a detektor méri, s így egy ionáram intenzitás – fajlagos tömeg függvénykapcsolathoz, az úgynevezett tömegspektrumhoz jutunk. Ahogy az 3. ábrán látható, hogy a tömegspektrométer jelentős részében légritkított térben (vákuum) játszódnak le a folyamatok. (Létezik olyan ionforrás-típus, melyben légköri nyomáson történik az ionizáció (API – Atmospheric Pressure Ionization).)



3. ábrán a tömegspektrométer elvi felépítése látható<sup>5</sup>

A tömegspektroszkópiás (MS) módszerek továbbra is vezető helyet foglalnak el a szelektivitás, és az érzékenység területén. Néhány MS módszer esetén sikerült elérni a viszonylag rövideig tartó (kb. 5 s) vizsgálati időt, vagy sikerült kiküszöbölni a teljes mintaelőkészítést. A fejlesztések iránya az új mintabeviteli módszerek, a hordozhatóság és a méret, illetve a költségek csökkentésére vonatkoztak.

Cooks és munkatársai fedezték fel, hogy a deszorpciós elektropray ionizációs (desorption electropray ionization - DESI) tömegspektroszkópia alkalmas az RDX, HMX, TNT, PETN, C-4, Semtex-H, és a Detasheet (összetevői: PETN a nitrocellulóz és kötőanyag) kimutatására és azonosítására, különböző felületeken. Ezzel a továbbfejlesztett módszerrel kimutathatók a reaktív adalékanyagok, amelyek a spray oldószerben találhatóak meg, amely ionos adduktumai a robbanóanyagoknak. Ezután kidolgozták a TATP detektálását papír, téglá és fémfelületeken az alkálifém ionok komplexképző tulajdonságával, és az ütközéses indukált disszociáció (CID) segítségével [30]. A LOD ebben az esetben 1 ng – 50 ng tartományba

<sup>4</sup> Forrás: Dr. Sükösd Csaba: Kísérleti atommagfizika (BMGE) 2014., HU ISSN 0015–3257. 20. o.

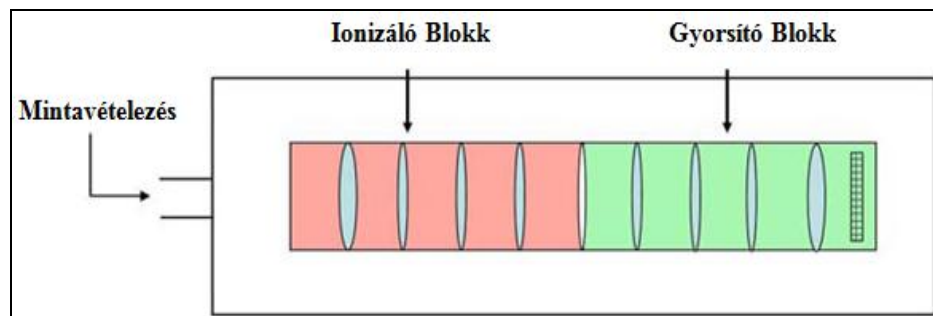
<sup>5</sup> Forrás: Hegedűs Katalin: A robbanóanyagok tömeg spektrometriával történő felderítése és analízise. XXXI. OTDK pályamunka, 2013. 27. o.

esett. Napjainkban ennél az eljárásnál a vizsgált vegyület, és a tömegspektrométer közötti távolságot legfeljebb 3 méterben határozták meg.

Martin és a munkatársai szintén alkalmazták az egyetlen részecske aeroszol tömegspektrometriás (SPAM) analizését mikrométer méretű egy robbanó részecskék esetén.

## 5.2 Ion mobilitás spektroszkópia

A módszer elnevezésében ugyan nem szerepel a tömegspektroszkópia szó, mégis célszerű ide sorolni, hisz elvében nagyon hasonlít az úgynevezett time-of-flight (TOF) repülési idő MS-hez. A detektor közeléből pára mintát gyűjtünk, amely azt ábra szemléltet. A rendszerbe jutó mintából, azaz ionizáló blokkba jutó minta (lásd 4. ábra baloldali része), kölcsönhatásba lép a negatív ionokkal. A negatív ionok a gyorsító részbe lépnek. Meghatározott idő alapján, amíg az ionok a gyorsító részben mozognak, a mozgékonyaság alapján határozható meg a vegyület. A tipikus gyorsulási idő milliszekundumos nagyságrendű. A készülék egy atmoszferikus nyomású ionforrásból, az ezt követő ion-molekula reaktorból, és a hozzá kapcsolódó ion-áramlás spektrométerből áll. A vizsgálandó molekulákból a reaktorban ionok képződnek, amelyek elektromos erőterben nitrogén (N<sub>2</sub>) áramban, mozgékonyaságuknak megfelelően elkülönülnek. Az ion mozgékonyaság spektrum az áramlási idő függvényében ábrázolja az ion áram erősségét. Az áramlási idő függ az egyes ionok tömegétől: a nehezebb ionok lassabban mozognak, tehát hosszabb lesz az áramlási idejük. A TOF-MS-ben is ez az alapvető elv, de az ionok elkülönülése az azonos mozgási energiáknak köszönhető sebesség különbségekből adódik (tudniillik azonos mozgási energiával rendelkező részecskék közül a nehezebbek lassabban, míg a könnyebbek gyorsabban mozognak), nem pedig a N<sub>2</sub> molekulákkal való ütközésből (atmoszférikus nyomáson). Az IMS alapját képező ion mozgékonyaság (K), a következőképpen fejezhető ki:  $K = V/E$ , ahol V az áramlási sebesség, E pedig az elektromos térerő.



4. ábra. Az ionmozgékonyasági spektrométer (IMS) elvi felépítése<sup>6</sup>

(az ionizáló- és a gyorsító blokk)

Clowers és munkatársai egy olyan IMS rendszert fejlesztett ki, amely javítja az eszköz terhelhetőségét 50%-al a Hadamard transzformáció használatával (Ezen eljárás eredménye, hogy a szükséges műveletek (szorzás, összeadás) egy része megtakarítható a közvetlen transzformációhoz képest. Ennek megfelelően a hardware struktúra is egyszerűsödik) [31]. A Hadamard transzformációs módszerrel javult a jel-zaj, (amely 2–10 változhat) anélkül, hogy csökkenne az eszköz felbontóképessége. A Sandia National Laboratories kutatói tesztelte az IMS technológiával robbanóanyagot érzékelő Robohound<sup>TM</sup> robotot, amely a mintavételezést, és az analízist végezi. Tekintettel arra, hogy nagyszámú IMS technológiával működő eszköz van használatban, Wallis és munkatársai kifejlesztettek egy protokollt a teljesítmény, és a karbantartás

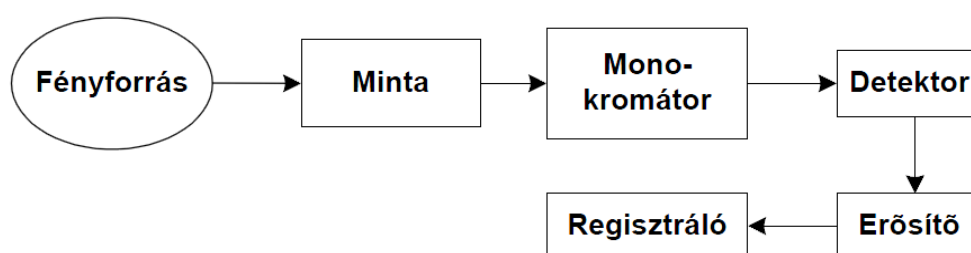
<sup>6</sup> Forrás: Fenyeres Tamás (MSc): A terroristarobbantások, rongálások elleni fellépés, védekezés, felderítés eszközei, lehetőségei, az eszközök alkalmazásának körülményei, feltételei, biztonságtechnikai kihívásai (diplomamunka) ZMNE, 2009, 55. o.

vonatkozásában, ezzel is elősegítve a működtetés minden körülmény esetén, és lehetővé téve a lehető leghosszabb működtetési időt [32].

## 6. REZGÉSI SPEKTROSKÓPIA

A legintenzívebb fejlődést a robbanóanyagok felderítésének területén az elmúlt 3 évben a vibrációs spektroszkópiás analízissel sikerült elérni. Ez a megállapítás különösen még inkább igaz lehet, ha a THz spektroszkópiát is beleértjük. Több eljárást szeretnék bemutatni, amellyel észlelhető a robbanóanyag akár nagyobb távolságból is. A robbanóanyagok nagy része nagy része NO<sub>2</sub> csoportot tartalmaz, ebben az esetben a visszaverődő sugárzás, csakis a mintára jellemző. Beal és Brill ad átfogó képet, így közel 50 robbanóanyag, amely NO<sub>2</sub> csoportot tartalmaz, rezgési spektrumát mutatta be [33].

### 6.1 Infravörös spektroszkópia



5. ábra. Az infravörös spektrométer működési elve<sup>7</sup>

Az infravörös spektroszkópia, mely a rezgési spektroszkópia egyik formája, az analitikai kémia egy elemzési módszere, a színképelemzés (spektroszkópia) tárgykörébe tartozik.

A módszer lényege, hogy a vizsgálandó mintát besugározzuk az infravörös sugárzás tartományába (hullámhossza: 780 nm – 1000  $\mu$ m, hullámszáma: 10  $\text{cm}^{-1}$  – 12 500  $\text{cm}^{-1}$  és frekvenciája: 300 GHz – 384 THz) eső elektromágneses sugárzással és a mintán áteső, vagy a mintáról visszaverődő, annak a molekuláris tulajdonságai által módosított sugárzás változását mérjük. Az 5. ábrán látható az infravörös spektrométer működési elve látható.

Hernandez-Rivera és kollégái továbbfejlesztették a robbanóanyagok infravörös spektroszkópiával történő kimutatását. Ők a felületen fellelhető robbanóanyagot lézer-pirolízis (LP) – infravörös spektrométer (FTIR) kapcsolt rendszerrel észlelték 58. Mérték a TNT, az RDX és a PETN infravörös változásait [34], [35].

Egy új differenciál–abszorpciós LIDAR (DIAL) rendszer, amely az infravörös tartományban működő, hangolható femtoszekundumos optikai parametrikus oszcillátoron alapul. Észleli a nitrocsoporthoz tartozó vegyületeket, mint például a TNT, a DNT, az MNT, és az RDX [36]. Az infravörös-érzékelő, amely egy szilárdtest infravörös jeledóból, és polimer szorbensből áll, és amely az IR ablakban van, és egy multispektrális infravörös érzékelőből áll, amely még jelenleg fejlesztési stádiumban van [37].

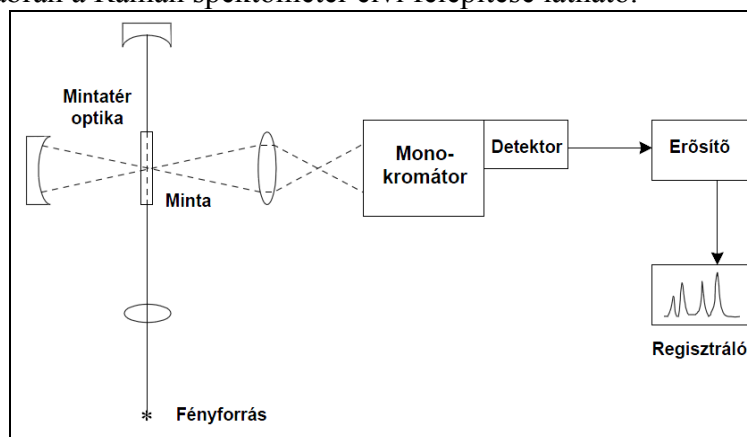
### 6.2 Raman spektroszkópia

A Raman jelenség lényege abban áll, hogy egy  $\nu_0$  frekvenciájú monokromatikus (általában látható) fényrel besugározzuk a mintát és a szórt fényt, melyet a beeső fény irányára merőle-

<sup>7</sup> Forrás: Dr. Sükösd Csaba: Kísérleti atommagfizika (BMGE) 2014., HU ISSN 0015–3257. 32. o.

ges irányban mérünk, frekvencia komponenseire bontjuk; az eredeti  $\nu_0$  frekvencia mellett  $\nu = \nu_0 \pm \nu_i$  komponensek is megjelennek.

Valamennyi diszperziós monokromátorral működő Raman spektrométer az alábbi főbb elemekből áll: lézer fényforrás, mintatér optika, monokromátor, detektor, erősítő elektronika, regisztráló. A 6. ábrán a Raman spektrométer elvi felépítése látható.



6. ábra. A Raman spektrométer elvi felépítése<sup>8</sup>

Raman spektrométerrel már kimutatható a viszonylag nagy távolságban lévő nyomnyi mennyiségű robbanóanyag. A Raman spektroszkópia területén szereplő fejlesztéseket a GEORAMAN 2004 konferencián mutatták be [38].

Sharma és munkatársai tesztelték a hordozható, viszonylag nagy távolságban lévő robbanóanyag kimutatására alkalmas, Raman spektroszkópián alapuló rendszert.

Carter és munkatársai a hagyományos Raman spektroszkópiát a rács alapú és akusztóoptikai hangolható szűrővel növelték a jel-zaj arányát így az eszköz teljesítményét [39]. Ebben a vizsgálatban a száoptikai csatlakozó nyilvánvalóan korlátozta a jelszintet, úgy, hogy a nagyobb nyíláson az akusztóoptikai szűrő (AOTF – acousto-optic tuneable filter) rendszer nem lehet megfelelő használni. Az AOTF rendszerrel lehetséges nagyobb távolságban is a megfelelő Raman képalkotás (az AOTF erősítése a megfelelő Raman rezonancia hullámhosszal) a nem robbanóanyagok esetében.

A fő probléma a Raman spektroszkópiával történő robbanóanyag kimutatásakor a környezet interferenciája, aminek nem csak a fluoreszcencia az oka, hanem a mátrix anyagok Raman jelei. Fluoreszcencia interferencia csökkenthető, de nem szűnik meg azáltal, hogy a hullámhossz a vörös gerjesztés irányába tolódik el.

### 6.3 A felületerősített raman spektroszkópia (Surface Enhanced Raman Scattering – SERS)

A felületerősített Raman-spektroszkópia (Surface Enhanced Raman Spectroscopy – SERS) felfedezése Fleischmann 1974-es cikkéhez köthető, amelyben először számolt be érdesített ezüst felületen nagy intenzitásérősödről. Ekkor még úgy gondolták, hogy a megnövelt felület felelős ezért a jelenségért, így sokan nem ezt a cikket, hanem két másikat [40] tekintették a kezdetnek. Ezek a cikkek egymástól függetlenül egyszerre jelentek meg 1977-ben, és a jelenség magyarázatát a Raman- szórás hatékonyságának növekedésében látták.

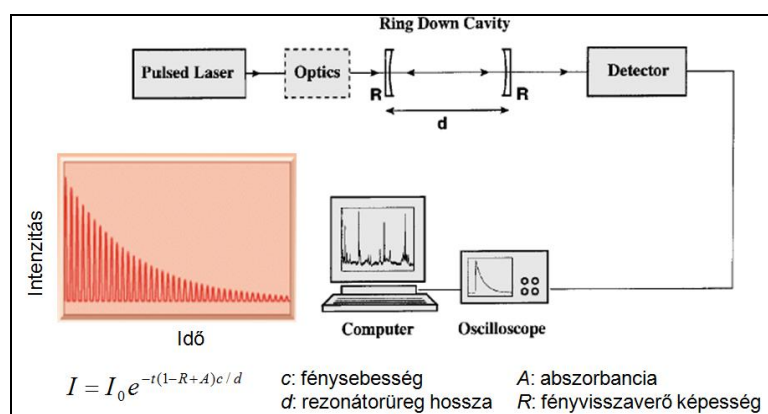
A folyamat során a vizsgálandó minta felületi rétegeiről kapunk információt (a monolayerek egy molekula vastagságúak – kb. 10 Å –, a multilayerek pedig több molekula vastagságúak)

<sup>8</sup> Forrás: Dr. Sükösd Csaba: Kísérleti atommagfizika (BMGE) 2014., HU ISSN 0015–3257. 34. o.

olyan módon, hogy a minta molekuláit fém felületre adszorbeáljuk (vagyis 10 nm -nél közelebb kerülnek egymáshoz), aminek hatására a Raman-intenzitás megnövekedik, így a molekulák azonosítására szolgáló csúcsok a spektrumon jobban kiemelkednek a fluoreszcens háttérből. Az erősítés nagysága az irodalmi adatok szerint legalább 10<sup>2</sup>–10<sup>4</sup>, ám megfelelő fém-kolloid oldat vagy szubsztrát alkalmazásával ennek sokszorososa is elérhető (SERRS). A SERS módszer különböző módokon valósítható meg, például elektrokémiailag érdesített ezüstrrel, fémgőz lerakódással, fém kolloid oldatokkal, maratott fémfelületekkel, fotoredukált fémrészecskékkel. [41] Fém-kolloid oldatok alkalmazása esetén fontos, hogy az oldatban lévő részecskék nagy fényvisszaverő képességgel rendelkezzenek. Ennek eleget tesz pl. az ezüst, az arany és a réz.

Az erősítés nagysága függ a fém optikai tulajdonságaitól és a lézer hullámhosszától (pl. ezüst esetében ajánlott az 532 nm-es lézer használata, aranyra és rézre a 600 nm-nél nagyobb hullámhosszúságú lézert alkalmaznak). Erősen módosulhat az erősítés nagysága a részecskék alakjától függően [42]. A szakirodalom négy csoportot említ: a gömbi, az elliptikus, szabálytalan és az egyéb [43] alakú részecskéket. Manapság az akár az egyetlen molekula detektálására alkalmas Single Molecule SERS (SMSERS) a kecsegtet nagy lehetőségekkel. [45]

#### 6.4 Üregrezonátoros lecsengési spektroszkópia (CAVITY RINGDOWN SPECTROSCOPY – CRDS)



7. ábra. Az üregrezonátoros lecsengési spektroszkóp elvi felépítése<sup>9</sup>

A CRDS során az atmoszferikus mintát olyan lézerrel világítják meg, melynek frekvenciáját úgy lehet behangolni, hogy egy bizonyos izotóp konfigurációval rendelkező metánmolekulákkal rezonáljon. Az üregrezonátoros lecsengési spektroszkóp elvi felépítése a 7. ábrán látható.

Az üregrezonátoros lecsengési spektroszkópiát (Cavity Ringdown Spectroscopy – CRDS) az utóbbi időben használják, mint robbanóanyag vizsgálati módszert [46], azonban az alkalmazhatósága még további vizsgálatot igényel. [47] Ezen a területen új technikai megoldásokat sikerült alkalmazni, értve ez alatt a száloptikai és az evaneszcens hullám optikai eszközöket [48]. Az evaneszcens hullám lecsengéssel (, amely exponenciálisan cseng le) minőségi változás (Q faktor) érhető el az abszorbancia területén. (Az abszorbancia (A) fogalma egy matematikai művelet eredménye: az adott hullámhosszon mért „I<sub>0</sub>” kezdeti fényintenzitás és az elnyelő közegen történő áthaladás utáni „I” csökkent fényintenzitás hányadosának tízes alapú logaritmus A=lg I<sub>0</sub>/I.) Ezt használják fel egy Dove-féle prizmaiban ahol, egy nagy Q üreget alakítanak ki két nagy fényvisszaverő tükörrel és lézerdiodával. A Dove prizma lehetővé teszi lineáris fény teljes belső reflexióját.

<sup>9</sup> Forrás: Dr. Sükösd Csaba: Kísérleti atommagfizika (BMGE) 2014., HU ISSN 0015–3257. 36. o.



## 6.5 Terahertz spektroszkópia

Látványos fejlődésen ment keresztül a terahertz frekvencián (az adott frekvenciatartomány 0,1–10 THz; THz = 10<sup>12</sup>Hz) működő eszközök, amelynek használatával lehetőség van a nem fém anyagok roncsolásmentes vizsgálatára, ezáltal a rejtett robbanóanyag kimutatására. Az infravörös abszorpciós eljárásokhoz hasonlóan képes azonosítani anyagokat a THz technika. Ezzel a módszerrel a vizsgálat gyorsan elvégezhető, azaz <1 s, a távolság és a minta méretétől függően.

Funk és munkatársai azt tapasztalták, hogy a plasztik robbanóanyagok esetén, (ide tartozik például a PBX 9501 (amely HMX alapú), és a PBX 9502 (amely TATB alapú)) THz spektruma 1 THz közeli érték. [49]

THz spektroszkópiai eljárásokat alkalmazott Yamamoto és munkatársai a robbanóanyagok felderítéséhez és azonosításához. Egy C-4 érzékelő paramétereit vizsgálták a THz spektroszkópia időtartományában (TDS).

De Lucia egy sor gyakorlati módszertani eljárást mutatott be, hogy meghonosodhasson az adott vizsgálati módszer. [50]

Ez vezetett a robbanóanyagok viszonylag nagy távolságból történő kimutatásához THz módszerekkel. Zhong és munkatársai publikálták először, hogy az RDX akár 30 m a távolságból történő kimutatásáról, amikor is az abszorpciós csúcs 0,82 THz, ami a 0,78 THz és a 0,98 THz abszorpciós vonalak közé esik. [51]

## 7. EGYÉB SPEKTROSKÓPIAI ELJÁRÁSOK

Az utóbbi években különböző ötletek felhasználásával újfajta optikai spektroszkópiai rendszereket mutattak be.

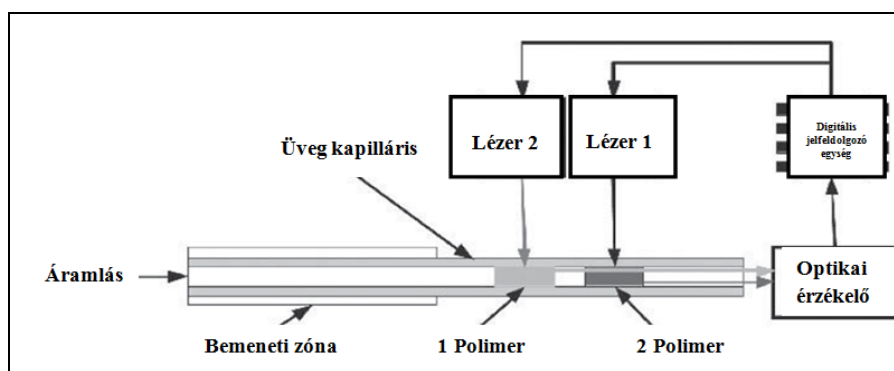
Több munkacsoport is alkalmazkodott optikai jelátalakítókat a robbanóanyagokat észlelő rendszerekben. Az MFI típusú zeolit szelektív abszorbens a robbanóanyagok szempontjából a fent bemutatott eszköz végén egy optikai szál van, és ezáltal vizsgáljuk a vegyület törésmutatójának változását (, vagy annak optikai vastagságát). [52]

Több kutatócsoport is használt reflexiós (differenciális) spektroszkópiát a robbanóanyagok felderítésére.

### 7.1 Lézerindukált elektromosan vezető polimerek

A konjugált elektronszerkezettel rendelkező polimerek használatával egy nagy érzékenységgű technológiához juthatunk a gőzfázisú minták vizsgálata során. Az elektromosan vezető polimer alkalmas lehet a valós idejű mintavételezésre.

Lehetővé válik a robbanóanyag gőzeinek az érzékeny és szelektív kimutatása, és már sikeresen tesztelték különböző körülmények között is. A szinte végtelen számú további tervezési jellemzőkkel és módosításokkal új rendszereket lehet létrehozni, amellyel tovább növelhetjük az érzékenységet, és a szelektivitást.



8. ábra A kétszatornás Fido érzékelő elvi felépítése, amely konjugált elektronszerkezettel rendelkező polimert tartalmaz<sup>10</sup>

Swager és munkatársai ismerték fel először az elektromosan vezető polimerek szerepét a rendkívül alacsony koncentrációban jelen lévő robbanóanyagok gőzeinek felderítésében. A Nomadics cégnél Fisher és munkatársai folytatta a Swager és munkatársai által kifejlesztett elektromosan vezető polimert tartalmazó Fido érzékelő tesztelését újfajta csomagolású robbanóanyagok esetén, és ennek az elvi felépítése látható a 8. ábrán. A közelmúltban a gépjármű felderítés során is eredményesen alkalmazták. [53] A reaktív kémiai érzékelőkben alkalmazott elektromosan vezető műanyagok, amelyek egyaránt szűk és széles sajátossággal bírnak, kiválóan alkalmazhatóak az aknakeresésben. [54]

## 8. IMMUNKÉMIAI ÉRZÉKELŐK

Az eljárás során ma már a jelölés fluoreszcens festékkel történik. Direkt esetben specifikus ellenanyag segítségével kötődik a festék, míg indirekt esetben specifikus ellenanyag segítségével a másodlagos ellenanyaghoz kötődik.

A különböző jelátviteli rendszereket azért vizsgálták az elmúlt 3 évben, hogy robbanóanyagokat immunkémiai eljárással derítsék fel.

Shriver-Lake és munkatársai kifejlesztettek egy bioszenzort a TNT, és az RDX kimutatására, ahol a pára koncentráció ppb szintű, és a vízmintákban vagy a talajmintákban lévő robbanóanyagok észlelése kevesebb, mint 5 perc alatt történik. Az eszközt tovább fejlesztették, ennek következményeként egy sor bioszenzorral egyidejűleg több vizsgálatot is el lehet végezni. Az egység működési elve a rádiófrekvenciás észleléssel egyezik meg, egy 635 nm-es lézer dióda segítségével világítjuk meg a mintát. A minta által kibocsátott fluoreszcenciát leképezik hűtött CCD kamerával, az észlelési határ megegyezik a szabványos enzimhez kapcsolt immunszorbens vizsgálatokéval (ELISA). [55]

## 9. ELEKTROKÉMIAI SENZOROK

A robbanóanyagok észlelési határának javítása, és a szelektivitás érdekében folyamatosan fejlesztik az elektrokémiai szenzorral történő felderítést. A más módszerekhez hasonlóan, új anyagokat alkalmaznak e vizsgálati módszernél.

Wang és munkatársai több típusú microchipet vizsgált meg. [56] Egy amperometrikus érzékelő rendszert készítettek elektroforetikus microchipből, amely plexiüvegen van. [57]

<sup>10</sup> Forrás: Fenyeres Tamás: Lézerindukált elektromosan vezető polimerek alkalmazásai. Repüléstudományi Közlemények, XXV. évfolyam 2013. 2. szám 179. o.

## 10. KÖVETKEZTETÉSEK

Az itt bemutatott vizsgálati módszer esetén nagymértékű fejlesztéseket hajtottak végre, gondolok itt a lehető legalacsonyabb észlelési határra, a legnagyobb vizsgálati távolságra, és a legrövidebb vizsgálati időre. Azonban még számos olyan terület van, amely további kutatást, fejlesztést igényel, hogy alkalmas legyen a rutinszerű helyszíni vizsgálatra.

Például a mai napig csak a lézerrel indukált letörési plazma spektroszkópia (LIBS), és a Raman spektroszkópia képes a ppbv nagyságrendű koncentrációban jelen lévő robbanóanyag kimutatására viszonylag nagy távolságon belül (>10 m). A robbanóanyag rendkívül kis mennyiségű, viszolag nagy távolságból történő Raman spektroszkópiás vizsgálatok a fluoreszcenciát kioltja az UV gerjesztés, és jelentős jel felhalmozódási időre (kb. 100 s) van szükség a nagyon kis tömegű minta miatt. A LIBS bizonyítottan képes felismerni ujjlenyomat méretű robbanóanyag maradványokat, akár egy személyautó ajtajáról is 30 m távolságból. A terahertz spektroszkópia területén nagy előrelépés volt tapasztalható az elmúlt években, ígéretes eredményeket értek el a viszonylag nagy vizsgálati távolság terén.

A lézerindukált elektromosan vezető polimer alapú érzékelőket széles körben alkalmazzák, tesztelik, és új műanyagokat fejlesztenek ki, ami által az eljárás még hatékonyabb lesz. Minden nyomokban előforduló érzékelő esetén nagymértékű koncentrációs mintavételezésre van szükség a légköri turbulencia miatt. Ezt a jel integrációs idejének néhány másodpercre való lecsökkentésével lehet ellensúlyozni. Másik eljárás lehet az eszköz árának a csökkentése, ezáltal lehetne kiküszöbölni a koncentrációkülönbséget.

A tömegspektroszkópiai eljárások is ígéretesnek tűnnek, itt azonban az eszköz hordozhatósága, valamint a költség jelentheti az akadályt. Ebből a szempontból az ionmobilitás spektrometria tűnik a legígéretesebbnek. Nagy előrelépést jelentett itt a pozitív és negatív ion-érzékelés két csöves technológiával, valamint az eszköz miniatűrízálása, és az adatelemzés idejének a lecsökkenése.

Mindegyik módszer, eljárás esetén igaz, hogy folyamatosan javul az észlelési határ, csökken az eszköz mérete, a vizsgálati távolság, illetve mind jobban alkalmas a rutinszerű helyszíni vizsgálatra. A kutatás iránya molekulaszpecifikusság irányába tart.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

- [1] Prof. Dr. Lukács László BOMBAFENYEGETÉS – *A robbanóanyagok története (Repüléstudományi Közlemények, Repüléstudományi Konferencia 2012, Különszám XXIV. évfolyam 2012. 2. szám.*
- [2] Moore, D. S. (2004). *Instrumentation for trace detection of high explosives. Review of Scientific Instruments*, 75, 2499-2512.
- [3] Moore, D. S. (2004). *Instrumentation for trace detection of high explosives. Review of Scientific Instruments*, 75, 2499-2512.
- [4] Oxley, J. C., & Smith, J. (2006). *Peroxide explosives. In H. Schubert & A. Kuznetsov (Eds.), Proceedings of the NATO advanced workshop on detection and disposal of improvised explosives, NATO security through science series – B: Physics and Biophysics. (pp. 113–121) Dordrecht: Springer.*
- [5] Oxley, J. C., Smith, J. L., Shinde, K., & Moran, J. (2005). *Determination of the vapor density of triacetone triperoxide (TATP) using a gas chromatography headspace technique. Propellants Explosives Pyrotechnics* 30, 127.

- [6] Oxley, J. C., Smith, J. L., & Luo, W. (2007). *Determination of diacetone diperoxide (DADP) and hexamethylene triperoxide diamine (HMTD) vapor pressures using gas chromatography. Propellants Explosives Pyrotechnics*, in press.
- [7] Xiang, H. W., & Tan, L. C. (1994). *New vapor-pressure equation. International Journal of Thermophysics*, 15, 711.
- [8] Scatchard, G., Kavanagh, G. M., & Ticknor, L. B. (1952). *Vapor liquid equilibrium. Journal of American Chemistry Society*, 74, 3715.
- [9] Ramirez, M. L., Pacheco-Londono, L. C., Pena, A. J., & Hernandez-Rivera, S. P. (2006). *Sensors, and command, control, communications, and intelligence (C3I) technologies for homeland security and homeland defense V. In Edward M. Carapezza, (ed.), Proceedings of the SPIE (Vol. 6201, 62012B). Bellingham, WA: SPIE.*
- [10] Moore, D. S. (2004). *Instrumentation for trace detection of high explosives. Review of Scientific Instruments*, 75, 2499-2512.
- [11] Jeremic, A., & Nehorai, A. (2000). *Landmine detection and localization using chemical sensor array processing. IEEE Transactions on Signal Processing*, 48, 1295.
- [13] Turecek, J. (2006). *Technical masking of IEDs. In H. Schubert & A. Kuznetsov (Eds), Proceedings of the NATO advanced workshop on detection and disposal of improvised explosives, NATO Security through Science Series – B: Physics and Biophysics (pp. 131–142). Dordrecht: Springer.*
- [14] Oxley, J. C., Smith, J. L., & Luo, W. (2007). *Determination of diacetone diperoxide (DADP) and hexamethylene triperoxide diamine (HMTD) vapor pressures using gas chromatography. Propellants Explosives Pyrotechnics*, in press.
- [15] Scatchard, G., Kavanagh, G. M., & Ticknor, L. B. (1952). *Vapor liquid equilibrium. Journal of American Chemistry Society*, 74, 3715.
- [16] Pacheco-Londono, L. C. (2005). *Hydrogen peroxide water mixtures. University of Puerto Rico Maya-guez M.S. Thesis.*
- [17] Harper, R. J., Almirall, J. R., & Furton, K. G. (2005). *Identification of dominant odor chemicals emanating from explosives for use in developing optimal training aid combinations and mimics for canine detection. Talanta*, 67, 313-327.
- [18] Lareau, R. T. (2004). *In Proceedings of the NATO advanced research workshop on electronic noses and sensors for the detection of explosives, NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry – v. 159 (pp. 289–299). Dordrecht: Kluwer.*
- [19] Nambayah, M., & Quickenden, T. I. (2004). *A quantitative assessment of chemical techniques for detecting traces of explosives at counter-terrorist portals. Talanta*, 63, 461–467.
- [20] Holl, G. (2004). *In Proceedings of the NATO advanced research workshop on vapour and trace detection of explosives for anti-terrorism purposes, NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry (V. 167, p. 43–50). Dordrecht: Kluwer.*
- [21] Dixon, S. R., Groves, D. M., Cartwright, P. A., Cairns, S. N., Brookes, M. D., & Nicklin, S. (2004). *In Proceedings of the NATO advanced research workshop on vapour and trace detection of explosives for anti-terrorism purposes, NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry, (V. 167, p. 31-42). Dordrecht: Kluwer.*
- [22] APOPO. (2003), <http://www.apopo.org>.

- [23] Pumera, M. (2006). *Analysis of explosives via microchip electrophoresis and conventional capillary electrophoresis: A review. Electrophoresis*, 27, 244–256.
- [24] Gruznov, V. M., Baldin, M. N., & Filonenko, V. G. (2004). *In Proceedings of the NATO advanced research workshop on vapour and trace detection of explosives for anti-terrorism purposes, NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry*, (V. 167, p. 87–99). Dordrecht: Kluwer.
- [25] Sailor, M. J., Trogler, W. C., Content, S., Letant, S., Sohn, H. L., Fainman, Y., & Shames, P. (2000). *Unattended ground sensor technologies and applications II. In E. M. Carapezza, & T. M. Hintz (Eds.), Proceedings of SPIE (Vol. 4040, p. 95) Bellingham, WA: SPIE.*
- [26] Germanenko, I. N., Li, S.-T., & El-Shall, M. S. (2001). *Decay dynamics and quenching of photoluminescence from silicon nanocrystals by aromatic nitro compounds. Journal of Physical Chemistry B*, 105, 59–66.
- [27] Datskos, P. G., Lavrik, N. V., & Sepaniak, M. L. (2003). *Detection of explosive compounds with the use of microcantilevers with nanoporous coatings. Sensor Letter*, 1, 25–32.
- [28] Li, P., Li, X.-X., Zuo, G.-M., Liu, J., Wang, Y.-L., Liu, M., & Jin, D.-Z. (2006). Silicon dioxide micro.
- [29] Montmeat, P., Madonia, S., Pasquinet, E., Hairault, L., & Gros, G. P. et al (2005). *Metalloporphyrins as sensing material for quartz-crystal microbalance nitroaromatics sensors. IEEE Sensors Journal*, 5, 610.
- [30] Pinnaduwege, L. A., Thundat, T., Gehl, A., Wilson, S. D., Hedden, D. L., & Lareau, R. T. (2004). *Desorption characteristics of uncoated silicon microcantilever surfaces for explosive and common nonexplosive vapors. Ultramicroscopy*, 100, 211–216.
- [31] Wallis, E., Griffin, T. M., Popkie, N., Eagan, M. A., McAtee, R. F. et al (2005). *Chemical and biological sensing VI. In P. J. Gardner (Ed.), Proceedings of the SPIE (Vol. 5795, p. 54). Bellingham, WA: SPIE.*
- [32] Beal, R. W., & Brill, T. B. (2005). *Vibrational Behavior of the –NO<sub>2</sub> Group in energetic compounds. Applied Spectroscopy*, 59, 1194.
- [33] Colon, Y. M., Ramos, C. M., Hernandez-Rivera, S. P., Munoz, M. A., Mina, N. (2005). *Detection and remediation technologies for mines and minelike targets X. In Russell S. Harmon, J. Thomas Broach, & John H. Holloway, Jr. (Eds.) Proceedings of the SPIE (Vol. 5794, p 729) Bellingham, WA:SPIE.*
- [34] Ballesteros-Rueda, L. M., Herrera-Sandoval, G. M., Mina, N., Castro-Rosario, M. E., Briano, J. G., Hernandez-Rivera, S.P. (2006). *Detection and remediation technologies for mines and minelike targets XI, In J. Thomas Broach, Russell S. Harmon, John H. Holloway, Jr. (Eds.), Proceedings of the SPIE (Vol. 6217, p. 62173D). Bellingham, WA:SPIE.*
- [35] Vaicikauskas, V., Kabelka, V., Kuprionis, Z., Svedas, V., Kaucikas, M., & Maldutis, E. (2004). *Military remote sensing. In G.W. Kamerman, & D.V. Willitts (Eds.) Proceedings of the SPIE (Vol. 5613, p. 21). Bellingham, WA:SPIE.*
- [36] Thomas, R. C., Carter, M. T., & Homrighausen, C. L. (2004). *Chemical and biological point sensors for homeland defense, In A. J. Sedlacek, R. Colton, & T. Vo-Dinh (Eds.) Proceedings of the SPIE (Vol. 5269, p. 150). Bellingham, WA:SPIE.*
- [37] *Spectrochimica Acta Part A* v. 61, no. 10, GEORAMAN 2004.

- [38] Carter, J. C., Scaffidi, J., Burnett, S., Vasser, B., Sharma, S. K., & Angel, S. M. (2005). *Stand-off Raman detection using dispersive and tunable filter based systems. Spectrochimica Acta A*, 61, 2288–2298.
- [39] Pacheco-Londono, L. C. (2005). *Hydrogen peroxide water mixtures. University of Puerto Rico Maya-guez M.S. Thesis.*
- [40] Harper, R. J., Almirall, J. R., & Furton, K. G. (2005). *Identification of dominant odor chemicals emanating from explosives for use in developing optimal training aid combinations and mimics for canine detection. Talanta*, 67, 313–327.
- [41] Primera-Pedrozo, O. M., Pacheco-Londono, L., Ruiz, O., Ramirez, M., Soto-Feliciano, Y. M., De La Torre-Quintana, L. F., & Hernandez-Rivera, S. P. (2004). *Sensors, and command, control, communications, and intelligence (C3I) technologies for homeland security and homeland defense IV. In: Edward M. Carapezza (Ed.), Proceedings of the SPIE (Vol. 5778, p. 543). Bellingham, WA: SPIE.*
- [42] Paldus, B. A., & Kachanov, A. A. (2005). *An historical overview of cavity-enhanced methods. Canadian Journal of Physics*, 83, 975–999.
- [43] Todd, M. W., Provencal, R. A., Owano, T. G., Paldus, B. A., Kachanov, A. et al (2002). *Application of mid-infrared cavity-ringdown ectroscopy to trace explosives vapor detection using a broadly tunable (6-8 $\mu$  m) optical parametric oscillator. Applied Physics B: Lasers and Optics*, 75, 367.
- [44] Todd, M. W., Provencal, R. A., Owano, T. G., Paldus, B. A., Kachanov, A. et al (2002). *Application of mid-infrared cavity-ringdown ectroscopy to trace explosives vapor detection using a broadly tunable (6-8 $\mu$  m) optical parametric oscillator. Applied Physics B: Lasers and Optics*, 75, 367.
- [45] Funk, D. J., Calgaro, F., Averitt, R. D., Asaki, M. L. T., & Taylor, A. J. *THz transmission spectroscopy and imaging: Application to the energetic materials PBX 9501 and PBX 9502. Applied Spectroscopy*, 58, 428 (2004).
- [46] Burnett, A., Fan, W. -H., Upadhyaya, P., Cunningham, J., Edwards, H., Munshi, T, Hargreaves, M., Lin-field, E., & Davies, G. (2006). Optics and photonics for counterterrorism and crime fighting II, In C. Lewis, & G. P. Owen (Eds.) *Proceedings of the SPIE (Vol. 6402, p64020B) Bellingham, WA: SPIE.*
- [47] De Lucia, F. C., Petkie, D. T., Shelton, R. K., Westcott, S. L., & Strecker, B. N. (2005). *Terahertz for military and security applications III. In R. Jennifer Hwu, Dwight L. Woolard, & Mark J. Rosker (Eds.) Proceedings of the SPIE (Vol. 5790, p. 219) Bellingham, WA: SPIE.*
- [48] Zhong, H., Redo, A., Chen, Y. -Q., & Zhang, X. – C. (2006). *Terahertz for military and security applications IV. In Dwight L. Woolard, R. Jennifer Hwu, Mark J. Rosker, & James O. Jensen (Eds.) Proceedings of the SPIE (Vol. 6212, p. 62120L). Bellingham, WA: SPIE.*
- [59] Pumera, M. (2006). *Analysis of explosives via microchip electrophoresis and conventional capillary electrophoresis: A review. Electrophoresis*, 27, 244–256.
- [50] Swager, T. M. (2005). *Poly(arylene ethynylene)s in chemosensing and biosensing. Advances Polymer Science*, 177, 151–179.
- [51] Fisher, M., Sikes, J., Prather, M., & Wichert, C. (2004). *Sensors, and command, control, communications, and intelligence (C3I) technologies for homeland security and homeland defense IV. In Edward M. Carapezza (Ed.), Proceedings of the SPIE (Vol. 5778, p. 383). Bellingham, WA: SPIE.*

- [52] Kuznetsov, A. V., & Osetrov, O. I. (2006). *Detection of improvised explosives (IE) and explosive devices (IED) - Overview*. In H. Schubert & A. Kuznetsov (Eds.), *Proceedings of the NATO advanced workshop on detection and disposal of improvised explosives, NATO Security through Science Series – B: Physics and Biophysics*. (pp. 7-26) Dordrecht: Springer.
- [53] Chen, J. -C., Shih, J. -L., Liu, C. -H., Kuo, M. -Y., & Zen, J. – M. (2006). *Disposable electrochemical sensor for determination of nitroaromatic compounds by a single-run approach*. *Analytical Chemistry* 78, 3752–3757.
- [54] Hrapovic, S., Majid, E., Liu, Y., Male, K., Luong, J. H. T. (2006). *Metallic nanoparticle-carbon nan-otube composites for electrochemical determination of explosive nitroaromatic compounds*. *Analytical Chemistry* 78 5504–5512.
- [55] Golden, J., Shriver-Lake, L. C., Sapsford, K., & Ligler, F. (2005). A "do-it-yourself " array biosensor. *Methods*, 37, 65–72.
- [56] Wang, J. (2004). *Microchip devices for detecting terrorist weapons*. *Analytical Chimica Acta*, 507, 3–10.
- [57] Yao, X., Wang, J., Zhang, L., Yang, P., & Chen, G. (2006). *A three-dimensionally adjustable amper-ometric detector for microchip electrophoretic measurement of nitroaromatic pollutants*. *Talanta* 69, 1284–1291.
- [58] Dr. Sükösd Csaba: *Kísérleti atommagfizika* (BMGE) 2014., HU ISSN 0015–3257.
- [59] Hegedűs Katalin: *A robbanóanyagok tömeg spektrometriával történő felderítése és analízise*. XXXI. OTDK pályamunka, 2013.
- [60] Fenyeres Tamás (MSc): *A terroristarobbantások, rongálások elleni fellépés, védekezés, felderítés eszközei, lehetőségei, az eszközök alkalmazásának körülményei, feltételei, biztonságtechnikai kihívásai*. (diplomamunka) ZMNE, 2009.
- [61] Fenyeres Tamás: *Lézerindukált elektromosan vezető polimerek alkalmazásai*. *Repüléstudományi Közlemények*, XXV. évfolyam 2013. 2. szám.